ENDEAVOUR

Revista trimestral destinada a registrar el progreso
de las ciencias al servicio de la humanidad

VOLUMEN III ABRIL 1944 NUMERO 10

Locomoción natural y mecánica

Rasgo característico de los últimos cincuenta años ha sido el enorme desarrollo en los medios y en el ritmo de la locomoción. Se ha conquistado un nuevo medio — el aire — y el dominio de la superficie de los mares se ha suplementado con los adelantos de la navegación submarina. Quedan ya escasas condiciones en que el hombre depende unicamente de sus propios músculos para el transporte; es, no obstante, significativo que el aeroplano y el submarino, entre otros inventos de locomoción, se hayan basado en principios bien establecidos en el mundo animal, siendo, por consiguiente, de interés comparar los resultados del genio mecánico del hombre con los obtenidos por la Naturaleza.

Mucho se ha trabajado durante los últimos años en el estudio de los medios locomotivos animales, y algunos de los resultados obtenidos merecen ser mejor conocidos. A más de su interés intrínseco, el progreso en el conocimiento de los medios de locomoción animal puede facilitar frecuentemente valiosas conclusiones e inspirar al delineante de artefactos mecánicos. Un caso concreto es el que se deriva del análisis del mecanismo de movimiento de un animal acuático tan típico como el delfín. Por medio de observaciones realizadas con la ayuda de la cinematografía y el túnel de viento, se han llegado a conocer con exactitud considerable los principios de que estos animales se valen para deslizarse en el agua y conservar una línea de trayectoria uniforme; y es por lo tanto posible establecer al menos una comparación aproximada entre la acción del delfín y la de un submarino, por ejemplo.

La velocidad máxima de un submarino moderno en submersión es conocida, claro está, sólo por muy pocas personas; pero es sin duda mucho menor que la del delfín. Se han exagerado a veces los cálculos sobre la velocidad sostenida que puede mantener éste, pero existen pruebas dignas de crédito de que un ejemplar de 2 m. de largo puede mantener una velocidad mínima de 20 nudos durante largo tiempo sin mostrar señales de fatiga. Para mover un modelo rígido de tamaño natural a través del agua a idéntica velocidad se requieren unos 2½ caballos de fuerza —y puesto que el peso total de los músculos que operan el cuerpo de un delfín es aproximadamente 15 kg., se deduce que la potencia en caballos por kilogramo de músculo es de 0,17, más o menos. Ahora bien, la cifra correspondiente al músculo de un atleta bien entrenado, o de un perro, no excede nunca de 0,024, aún cuando el esfuerzo se limite a un período de tiempo mucho más breve que el considerado en el caso del delfín. De ahí que deba concluirse que o los músculos del delfín tienen una eficiencia siete veces mayor que la de otros mamíferos, o que la resistencia que el agua ofrece al movimiento del delfín es siete veces menor que la que tiene que vencer un modelo rígido.

La primera posibilidad aparece sumamente improbable cuando consideramos que ello implicaría el uso de una cantidad exorbitante de oxígeno y la disipación rapidísima de calor a través de una gruesa capa de grasa. Por otra parte, si asumimos que el delfín desarrolla la fuerza por kilogramo de músculo normal en un mamífero, el producto total disponible sería de 0,03 y esto bastaría para impeler al animal a través del agua a 20 nudos, siempre que la resistencia fuera una décima parte de la encontrada por un modelo rígido. Este bajo nivel de resistencia sería posible solamente si el roce del agua contra el cuerpo fuera perfectamente suave y no significara una pérdida de energía comparable a la causada por los remolinos que se forman al deslizarse el agua por la superficie rígida del modelo. Cuando el animal se mueve, la superficie toda de su cuerpo cambia de forma constantemente, debido a los movimientos ondulatorios que son parte esencial de su

mecanismo locomotriz, y ciertas observaciones recientes de la fricción del agua sobre el cuerpo de los peces, parecen sugerir que tales movimientos evitan la aparición de remolinos. Una indicación similar se deduce del hecho de que cuando el animal nada en un medio que es fosforescente sólo cuando se le agita, el perfil del cuerpo aparece claramente definido como una superficie fosforescente, sin observarse grandes remolinos. Si todo este trabajo preliminar llega un día a completarse mediante otras investigaciones, la posibilidad de dotar un submarino o un torpedo con una superficie ondulante activa suministrará un campo interesantísimo a la especulación científica y a la habilidad mecánica.

Dentro del campo del movimiento aéreo, la comparación entre un pájaro o un insecto y un avión es obvia. El cuerpo del pájaro al volar en planeo puede compararse enteramente con un avión planeador, con una diferencia importante. En el caso del avión los planos y timones son rígidos, mientras que en el pájaro las plumas — elemento fundamental — son sumamente flexibles, y esta flexibilidad impide practicamente la entrada en pérdida de velocidad y dota al ave de extraordinarios poderes de maniobra. En vuelo normal de aleteo la acción de las alas de un pájaro es muy compleja, ya que representa la de las alas y hélice de un avión, combinadas en una sola unidad. Aún más, mientras que la velocidad de la corriente de aire originada por la hélice es más o menos constante, la que roza contra las oscilantes alas del pájaro es extremadamente variable y compleja. Al principio y al fin de cada medio-ciclo de oscilación, el ala se halla en reposo; pero en posiciones intermedias su velocidad es muy elevada. Por ejemplo, la velocidad del movimiento del extremo del ala de un palomo en vuelo lento es de unos 96 km. por hora, alcanzando tal velocidad en 0,05 de segundo luego de empezar su vuelo. La flexibilidad de cada una de las plumas y del conjunto del ala representa un factor vital en el mantenimiento de un vuelo firme y constante.

La impresión general que se deriva de estos estudios sugiere que el mecanismo de vuelo de un ave es apropiado solamente en el caso de animales relativamente pequeños que viajan a velocidades inferiores a 96 km. por hora, pero que permite una posibilidad de maniobra infinitamente superior a la de un avión.

Observemos brevemente otro paralelo existente entre la Naturaleza y la Mecánica: el movimiento del caracol y del tractor oruga, ambos basados en idénticos principios. En ambos casos la característica esencial del movimiento es la conservación de una superficie estacionaria relativamente extensa en reposo sobre el suelo. Se ha estudiado recientemente la manera en que el caracol efectúa esta operación, y nos ofrece un ejemplo interesantísimo de la ingeniosidad de la Naturaleza para conseguir idénticos resultados a los perseguidos por el hombre, aunque los componentes de la máquina sean enteramente diferentes en ambos casos.

En cierto modo la Naturaleza es más versátil que el hombre en la aplicación de principios fundamentales; por ejemplo, no sólo usa de una manera efectiva palancas articuladas en los miembros de la mayor parte de los vertebrados, sino que en el caso del arrastre de las serpientes pone en práctica un principio que los inventores han desdeñado hasta hoy día. Para Salomón fué el movimiento reptante uno de los tres fenómenos más inescrutables, y es, sin embargo, bastante simple. Depende de la habilidad del animal de comprimir la superficie de su cuerpo contra tres, o más, objetos exteriores, y ajustar la forma de su cuerpo en tal manera que exista siempre una presión trasera contra los puntos de contacto.

Puede afirmarse en general que los mecanismos naturales difieren de los artificiales en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, la Naturaleza utiliza casi invariablemente materiales flexibles con preferencia a los rígidos; segundo, no emplea el principio de la rueda y el eje. Los movimientos relativamente veloces dependen en un animal de la capacidad muscular de producir aceleraciones rápidas de los miembros oscilantes, y las tensiones peligrosas resultantes han de evitarse por medio de adecuados artificios de seguridad, construídos con materiales flexibles. Con la excepción de los animales submarinos, la Naturaleza no puede competir con las invenciones humanas en cuanto a velocidad; pero es muy superior respecto a las posibilidades de maniobra.

Los trabajos y la correspondencia deberán ser enviados al director: E. J. Holmyard, c/o Imperial Chemical Industries Limited, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1. Se invita a los investigadores ocupados en trabajos de carácter interesante o importante a enviar notas breves sobre los trabajos en curso y los resultados obtenidos.

Química de la selva australiana

JOHN READ

Australia, «tierra del eucalipto y del kangurú», posee una flora que es a la vez extraña, y única en su género. Mucha de la vegetación consiste de la familia natural de las Mirtáceas, de las cuales Europa posee solamente una especie indígena. El Profesor Read trata algunos de los interesantes problemas botánicos, fitoquímicos y químicos que presenta la vida de las plantas australianas, y rinde honor al trabajo exploratorio de R. T. Baker y H. G. Smith.

UNA FLORA EXTRAÑA

Desde que fué descubierta, Australia ha llamado la atención del resto del mundo por la extrañeza de su flora y de su fauna. Infinidad de personas que nunca se han aproximado ni remotamente siquiera al gran continente del Sur, se lo imaginan como la tierra del eucalipto y del kangurú; y no es extraño que así sea. El eucalipto y el kangurú son símbolos vivos de una flora y de una fauna única; y más aún, son en cierto grado sobrevivientes típicos en esta edad presente, de un orden de seres vivientes que provienen de una época remota, y que por otras partes ya no existen. Este antiguo orden, al parecer incambiable, o desarrollándose de una manera única en su aislado medio ambiente australiano, ha impuesto su estampa tan profundamente sobre los productos de las plantas indígenas, como sobre los caracteres visibles de la flora de que provienen.

El Capitán William Dampier, en 1688, creyó equivocadamente que los eucaliptos del noroeste de Australia eran dragos, y más tarde, los europeos que llegaban al país, no podían menos que notar la extraña apariencia de los árboles, de los arbustos y de las flores que les confrontaban. El primer apunte detallado de tal impresión que existe es de gran interés histórico, pues data desde el primer desembarque del Capitán James Cook del barco *Endeavour* en la costa oriental de Australia el día 29 de abril, de 1770. El domingo 6 de mayo de ese año, Cook escribió en su diario (actualmente en la Biblioteca Mitchell, en Sydney): « La gran cantidad de esta clase de pez que se halla en este sitio, me dió ocasión a ponerle el nombre de *Stingray Harbour*». Pero antes de arribar el *Endeavour* a Batavia, había cambiado la nota por la siguiente: « La gran cantidad de plantas nuevas, etc., que juntaron en este lugar Mr Banks y el Dr Solander me indujo a darle el nombre de [*Botanist*, corregido a] *Botany Bay*».

Mr (luego Sir Joseph) Banks describe (el 3 de mayo) como llevó a tierra « todo el papel para secar, casi 200 manos, la mayor parte estando llena y, extendiéndolo sobre una lona al sol, lo dejó expuesto de esta manera durante todo el día». El mes siguiente todos sus ejemplares fueron empapados en agua de mar a consecuencia del accidente histórico que aconteció cerca del río Endeavour; pero a pesar de esto, aún subsisten en buen estado, — muchos de ellos fueron presentados por el Museo Británico al Herbario Nacional de Sydney en 1904.

Lo extraño de la flora indígena de Australia para el viajero europeo, es el hecho de que tan grande parte de ella pertenezca a las Mirtáceas, esa gran familia de la cual Europa posee solamente una especie, el perfumado mirto de los poetas (*Myrtus communis*). En Australia existen más de 800 especies de Mirtáceas, un número excedido solamente por la bastante menos conspícua familia de las Leguminosas, que cuenta con unas 1.300 especies. De los 45 géneros de Mirtáceas representados en Australia el más importante es el de los Eucaliptos [14]. Este género es una forma altamente especializada de plantas mirtáceas, desarrollada en gran profusión probablemente después de la separación de Australia de las grandes masas de tierras tropicales, y adaptada a su medio ambiente xerófilo y estéril [14]. Entre otros géneros de Mirtáceas que ocurren en Australia están los *Myrtus*, *Eugenia*, *Angofora*, *Backhousia*, *Melaleuca*, *Leptospermum*, y *Darwinia*. Los tres últimos géneros son arbustos, los demás, como el eucalipto, son en general árboles. Exceptuando los *Myrtus* y los *Eugenia*, cuyos frutos son bayas carnosas, tienen frutas secas. Los géneros de Mirtáceas de fruta seca son casi todos australianos, pero se hallan también algunos en Nueva Guinea, Celebes, Nueva Caledonia y sus islas vecinas, y en Nueva Zelandia. La forma y el tamaño de las frutas son importantes para la identificación de las especies de eucaliptos. La existencia

indígena del género de los eucaliptos se limita casi totalmente a Australia, Nueva Guinea y Celebes, pero el cultivo de especies convenientes se ha difundido por muchos otros países desde Nueva Zelandia hasta California, Africa del Sur, y la región Mediterránea, pues proporcionan árboles de crecimiento excepcionalmente rápido, principalmente para la producción de madera, y además por los buenos resultados que se obtienen plantándolos en terrenos pantanosos. Por ejemplo, cerca de Rotorua, en Nueva Zelandia, se ha observado que el *E. oreades* alcanza una altura de 35 m. dentro de 30 años, con toda facilidad.

LA INDUSTRIA DEL ACEITE DE EUCALIPTO

Aunque los caracteres bioquímicos de organismos vivientes son mucho menos obvios que su morfología, lo cierto es que los primeros colonos que se establecieron en Australia se dieron cuenta con suma rapidez de la gran riqueza en perfumados aceites y exudaciones resinosas de los árboles y arbustos de sus selvas y malezas. Los productos resinosos, tan comunes en los eucaliptos, llamados erróneamente gomas, dieron su nombre a los árboles. La madera de muchas especies de eucalipto es, con justicia, muy estimada [1]; pero químicamente el mayor interés que encierra este primer género de Australia está en sus aceites.

Es posible observar contra la luz las menudísimas glándulas semi-transparentes en las hojas, que segregan el aceite; y a veces se halla un aceite parecido en la corteza y en la madera. Los aceites similares a esencias tienen olores fragantes, son más móviles y más volátiles que los aceites de planta « fijos », tales como el de linaza, y de algodón, de coco y de oliva; y, al contrario de estos últimos, no son de naturaleza grasa ni son asimilables. Su alto grado de inflamabilidad es la causa principal de los terribles y violentos incendios que ocurren en el bosque australiano. Además de los eucaliptos, los otros géneros de Mirtáceas ya mencionados dan un rico caudal de aceites esenciales, así como también contribuyen su cuota muchas otras plantas nativas de Australia pertenecientes a las familias de las Coníferas, Rutáceas, Labiadas, etc. De esta manera la industria de aceites esenciales, que tuvo su orígen en Australia en el eucalipto, ha ido abarcando paulatinamente, al extenderse, muchas especies de otros géneros y familias de plantas indígenas.

De todos estos aceites los de los eucaliptos son los más comunes y los más importantes. La historia de la primera destilación de un aceite esencial australiano empieza durante la estadía en el país del Dr John White, Cirujano General del primer establecimiento colonial. Dicho señor se embarcó con el Gobernador Phillip, y llegó con él y su flota de marinos, oficiales, y presidiarios, el 20 de enero de 1788. El viaje desde Inglaterra, haciendo escala en Rio de Janeiro y el Cabo de Buena Esperanza, duró más de ocho meses, y viene descrito con bastantes detalles interesantes en el *Diario* de White, fechada en Sydney Cove, Puerto Jackson, Nueva Gales del Sur, el 18 de noviembre de 1788 [9] [15].

Poco después de la mudanza de la incipiente colonia desde Botany Bay hasta Puerto Jackson, se le acabó al cirujano White la provisión de aceite de menta, específico muy preciado en aquellos tiempos para aliviar los dolores de « la gota y el cólico » y otros « males flatulentos ». El buen cirujano y su ayudante, Considen, hallaron que el aceite destilado de las hojas de un árbol que crecía en la ribera de Port Jackson proporcionaba un substituto eficaz para el aceite de menta. El relato que aparece en un Apéndice del '*Diario*' de White [15] dice lo siguiente:

> Mr WHITE ha nombrado « Peppermint Tree » a esta planta, debido a la gran semejanza que existe entre el aceite esencial obtenido de sus hojas y la que se obtiene de la menta (*Mentha piperita*) que crece en Inglaterra. Mr WHITE constató que este aceite era mucho más eficaz que la menta inglesa para la cura de estos males, y atribuye esta cualidad a sus propiedades menos acres y más aromáticas.

El Apéndice al *Diario* de White contiene un informe ilustrado de la flora y fauna de la nueva tierra, incluso un dibujo intitulado « El Arbol de la Menta ». Esta especie, conocida hoy bajo el nombre de *Eucaliptus piperita*, abunda en los alrededores de Sydney y en las Montañas Azules de Nueva Gales del Sur.

Se supone a menudo que el « aceite de eucalipto » es un material normal constituído principalmente o totalmente de eucaliptol, o cineol, cuyo olor se siente por todas partes durante épocas de epidemias de resfriados y catarros. Pero el nombre « aceite de eucaliptus » es bastante indefinido y no tiene significado preciso. En realidad, cada especie de eucalipto, — de las cuales se conocen más que trescientas[1] — tiene su aceite distintivo,

[1]El número de especies de Eucaliptos admitido por diversos investigadores varía bastante, hasta un máximo de unas quinientas. Existen también variaciones considerables en la nomenclatura de género: por lo que toca a este relato ha resultado lo más sencillo adoptar la nomenclatura de Baker y Smith [2].

y cada aceite es una mezcla compleja de constituyentes. Como hemos visto, el aceite de eucalipto empleado por White olía a menta y no a eucaliptol.

Estos aceites y sus numerosos ingredientes han sido aplicados de muchas maneras. Al principio fueron empleados en medicina. Para tales usos el aceite de *E. globulus*, ocupaba antes el primer lugar; pero más tarde fué reemplazado por aceites cineoles del mismo carácter general obtenidos de especies que producen mayores rendimientos de aceite. Por ejemplo, las hojas y ramitas de *E. globulus* dan menos del 1% de aceite, mientras que *E. polibractea* da el doble, y *E. australiana* cuatro veces esa cantidad. Estos tres aceites son ricos en cineol, y se emplean principalmente como desinfectantes o germicidas suaves. Muchos otros eucaliptos producen aceites con estas mismas útiles propiedades en mayor o menor grado, desmintiendo la creencia que antes existía, que sólo las poseían aquellos que contenían cineol. La primera fábrica para la extracción de aceites de eucalipto fué inaugurada en Victoria por Bosisto en el año 1854. Y a medida que se iban conociendo mejor los aceites de las diferentes especies, se aprendió que algunos podían ser empleados en perfumería, otros en procedimientos especiales como ser el llamado « flotación » usado para la concentración de mineral, y otros en la manufactura de productos químicos orgánicos refinados. Eventualmente, la destilación de los aceites de eucaliptos llegó a ser una importante industria australiana.

Atravesando una región del bosque, el viajero encuentra a menudo selvas naturales compuestas de muchas especies de eucalipto. Varían entre arbolillos de unos pocos meses de edad hasta los viejos y gigantescos monarcas cuya edad remonta hasta épocas anteriores a la llegada de Cook y los primeros colonos. En cierto paraje de Nueva Gales del Sur, pueden verse los gigantescos *E. corymbosa*, que se distinguen por su corteza rugosa y rojiza con profusas exudaciones; a su lado crecen los esbeltos *E. phellandra*, con sus hojas angostas y su corteza con un delicado diseño entrelazado; más allá los altos *E. eugenioides* con su característica corteza rayada, fibrosa y entretejida. No faltan tampoco los donairosos *E. smithii*, con sus miembros grises y largas hojas péndulas, e infinidad de otras especies.

Tales especies son marcadamente individualísticas en su apariencia. Pueden ser eucaliptos mondos con la corteza persistente en tronco y ramas, o bien eucaliptos desgreñados, con largas mechas de corteza despegada y suelta al viento, extendiendo sus brazos blancos hacia el despejado azúl del cielo australiano. Los hay moteados, sombríos, plateados, en fin eucaliptos de infinidad de especies, de una variedad asombrosa. Entre sus troncos, en esta parte de Nueva Gales del Sur se extiende una maleza de exuberante vegetación: muchas especies de leptospermum con pequeñas hojas perfumadas; acacias con sus plumas de verde obscuro, las hojas tiesas de las banksias; los delgados tallos del waratah, y las flores llamadas de franela con sus suaves pétalos que recuerdan el edelweiss — nuevas especies a cada paso que demuestran la riqueza y la extrañeza de la vegetación natural de esta región de Australia [7].

La ecología del eucalipto es de gran interés. Las especies difieren mucho según la naturaleza de la tierra, altitud, clima, y otras condiciones del sitio. En la distribución natural del género, cada región posee así una selección característica adaptada a la localidad. En general, es raro hallar una selva de eucaliptos todos de la misma especie; pues, excepción hecha de *E. phellandra* y otras pocas especies, la gregariedad del eucalipto es más bien genérico. El eucalipto varía en tamaño entre el pequeño arbusto « mallee » y las gigantescas formas tales como el noble *E. regnans*, que en Gippsland alcanza y excede una altura de 90 m., y una circunferencia de 20 m. Los árboles más grandes ocurren generalmente en regiones de tierra arenosa, pobre en minerales, de los cuales almacenan solamente una proporción ínfima (0,025 a 0,05%) en su madera; y se sugiere que esta particularidad es uno de los primeros factores de su crecimiento a tales dimensiones.

El valor de una especie como productor de aceite para el comercio, depende de la composición de su aceite y del rendimiento que da; además, para los árboles en su estado natural, de la facilidad de acceso a la especie. El rendimiento medio de aceite que dan las hojas maduras y las ramitas terminales varía entre unos 3,5% en *E. australiana* y *E. phellandra*, y 0,06% en *E. corymbosa*, menguando hasta muy bajo punto en otras especies. La cosecha de las hojas de eucalipto para la destilación puede hacerse de dos maneras, ya podando los árboles, ya talándolos. Aunque esta última manera parece poco económica, muchos de los destiladores expertos la prefieren. Cuando se corta el tronco del árbol a 60 a 90 cm. del suelo, no tarda en volver a echar nuevos y fuertes brotes con gran abundancia de hojas, y estas pueden ser cortadas innumerables veces sin destruir la capacidad reproductiva del árbol.

Esta calidad de fénix que posee el eucalipto conforma con el lema general de la flora australiana, que es « *¡Resurgam!* » Combina una asombrosa vitalidad con una inusitada rapidez de crecimiento en condiciones favorables.

El monte bajo de *E. polybractea* en el distrito de Wyalong en Nueva Gales del Sur es tratado a veces aún con más severidad. Los « mallees » son eucaliptos enanos que crecen a la manera de un arbusto con manojos de tallos que brotan de las raices. Al oeste de Nueva Gales del Sur, y también en Australia del Sur y en otras regiones, el eucalipto « mallee » cubre grandes areas. Uno de ellos, *E. oleosa*, almacena agua en sus raices, provisión benéfica muy apreciada por los aborígenes australianos. Tres « mallees » en particular dan excelentes aceites cineoles; además del « mallee » azúl de Nueva Gales del Sur, estas son *E. odorata* y *E. cneorifolia*, de los cuales proviene la mayor parte del aceite de eucalipto destilado en Australia del Sur; la última especie nombrada ocurre mayormente en la isla Kangurú.

Tratando con el « mallee » azúl, el destilador lo aplasta y arranca a medias, pasándole un rodillo pesado, y lo deja secar al sol: completando su aparente destrucción incendiándolo. Parece que no quedaría ni un gérmen de vida siquiera. *¡Resurgam!* Dentro de poco tiempo vuelve a aparecer el indomable eucalipto *E. polybractea*, cubriendo el paisaje con su simpático manto azúl; y despues de unos doce meses se ve justificada la fé del destilador, con la vista de exuberantes plantaciones nuevas de hasta 1 m de altura.

La cosecha de las hojas de estos arbustos es naturalmente más fácil que la de las de árboles, pero el resto de las operaciones es igual en ambos casos. Para que suelten el aceite se someten las hojas al vapor, esto hace estallar las glándulas aceitosas y causa una lenta vaporización de su contenido. Los primitivos alambiques de campaña se componen de un tanque cúbico de hierro con una capacidad de 1.500 litros, correspondiendo a unos 365 kg. de material cuando está arreglado para fuego abierto. Las hojas, bien apretadas, descansan sobre una rejilla debajo de la cual hierve el agua, calentado por un fuego de leña debajo del tanque. A medida que el vapor va infiltrándose a través de la masa de hojas, se va cargando con el aceite vaporizado, y los vapores mezclados se van condensando al pasar por el tubo de salida enfriado con agua. Este líquido, mezcla de aceite y agua, pasa a un recipiente construído de tal manera que permita retirar la pequeña capa de aceite que flota sobre el agua. Los alambiques más refinados producen el vapor en una caldera independiente, desde donde pasa bajo presión a una serie de digestores, estos últimos a veces hundidos en la tierra para facilitar el manejo de las hojas, antes y después de procesadas. Los procedimientos que acabamos de delinear no se limitan a la destilación de aceites de eucalipto; pueden ser aplicados en general a la separación de aceites esenciales de materias vegetales, siempre que sus constituyentes químicos no se dañen con el vapor.

Existen muchas especies que producen cineol, y la reputación de los aceites cineoles ha sufrido en el pasado debido a la confusión. Los nombres locales podían ser interpretados de distintas maneras según la opinion de la localidad, por eso fué que los destiladores más expertos empezaron, hace muchos años ya, a emplear un sistema de nombres latinizados. El uso de una nomenclatura científica « tierra adentro », en el interior de Australia bien puede causar asombro, pero aún los campesinos de los rincones más remotos están de acuerdo que estos nombres latinos son a veces más fáciles de pronunciar que los apodos locales. En esto, y en muchas otras direcciones, el destilador de la selva australiana sabe adaptarse a las condiciones de su situación y nunca le falta ingenio. Podemos imaginarlo viviendo en su primitivo rancho, sentado sobre una lata de kerosen, escribiendo una carta comercial usando para mesa un cajón vacío. Moja su pluma en una tinta que ha preparado con carbón de leña, y escribe a la luz de una primitiva lámpara en la que arde aceite que él mismo ha destilado del eucalipto *E. macarthuri*. Diría si le preguntásemos, allá bajo su techo de corteza de eucalipto, que el eucalipto es el espinazo de Australia, repitiendo un antiguo decir de los primeros colonos a quienes tanto se asemeja este tipo viril y pintoresco que conoce a fondo la selva en que vive y trabaja.

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL EUCALIPTO

Las primeras investigaciones científicas sobre el aceite de eucalipto fueron llevadas a cabo por Cloëz en 1870; este químico francés obtuvo una muestra impura de cineol destilando fraccionalmente aceite de *E. globulus*. Desde aquellos tiempos, numerosos investigadores en Australia, y en otras partes, han ido desenvolviendo paulatinamente la química fascinadora de la flora australiana. Hoy día se han examinado químicamente, sólo en el género de los eucaliptos, los aceites esenciales de unas doscientas especies.

Tan entrelazados son los parentezcos de este género, tan refinadas las distinciones específicas, que sólo era posible proseguir los estudios combinando los esfuerzos de los botánicos y los químicos orgánicos. En 1895, H. G. Smith (1852–1924) publicó, en colaboración con el distinguido botánico australiano, J. H. Maiden, su primera contribución original a la química orgánica, en la forma de una tésis sobre el kinos de eucalipto, o sea las exudaciones resinosas de esta planta. Ese mismo año, R. T. Baker (1845–1941) fué nombrado Director del Museo Tecnológico de Sydney, donde actuaba también como Botanista Económico; y en 1899 Smith fué nombrado Director Ayudante y Químico Económico del Museo. Los dos colegas emprendieron entonces una entusiasta colaboración, y desde ese momento hasta el día en que se retiraron del Museo (1921), llevaron a cabo una serie clásica de investigaciones químico-botánicas sobre la flora australiana. Baker y Smith eran ambos originarios del condado de Kent, en Inglaterra, y llegaron a Sydney separadamente en los primeros años de la década de 1880; fueron de los primeros en emprender investigaciones científicas en un país nuevo, y es notable que cada uno de ellos había sido, por así decir, educado por sí mismo, para la obra a que dedicaron sus vidas.

Los estudios de Baker y Smith sobre el género de los Eucaliptos fueron publicados en Sydney en 1902, y luego en 1920 con una revisión [2]. Estas investigaciones sobre los aceites esenciales del continente de Australia y de Tasmania, demostraron que en conjunto, el género elabora más de cuarenta de los constituyentes químicos distintos de estos aceites, de los cuales más o menos la mitad fueron reconocidos en primer lugar por Smith. La mayoría de estas substancias son hidrocarbonos o derivados oxigenados que pertenecen a la serie terpene, tales como pinene, felandrene, limonene, cineol, piperitone, eudesmol, geraniol, citral y citronelal; además, hay constituyentes alifáticos y aromáticos. Algunas de estas cualidades son peculiares a la flora australiana, que también provee la fuente más abundante de algunas de las demás.

Cada aceite contiene cierta selección de estos constituyentes en proporciones bastante regulares, y es de esta manera distintivo para la especie. La composición de los aceites de hoja parece permanecer sensiblemente igual en los eucaliptos cultivados fuera de su medio australiano natural [4]. Los rendimientos de aceite pueden ser aumentados considerablemente por el cultivo. Baker y Smith decidieron que las especies de eucalipto pueden ser caracterizadas tanto químicamente como morfológicamente. Más notable aún, pudieron discernir a veces una distinción química entre especies o variedades estrechamente ligadas, cuando no aparecía ninguna distinción morfológica evidente. Por ejemplo: fundaron la especie *E. phellandra* casi totalmente sobre evidencia química: « la importancia económica de la separación de esta especie de la de *E. australiana* », escribieron en 1920, « puede ser juzgada del hecho que actualmente, el valor del aceite de esta última especie es más que el doble del de *E. phellandra* ».

Esta cita demuestra el doble significado de los estudios colaborativos de Baker y Smith, en los cuales las posibilidades económicas latentes no eran menos importantes que los inmediatos avances científicos. Poco a poco se fué comprendiendo todo el valor de los aceites de eucalipto, como fuentes en grande escala, de muchas materias químicas orgánicas refinadas. El aceite crudo de una buena especie que da cineol, tales como *E. polybractea* o *E. smithii*, puede contener más de 80% de cineol, que se separa fácilmente (sobretodo del « aceite de primera hora » de la destilación) como una masa glacial y cristalina cuando ha sido enfriado el aceite en un refrigerador de amoníaco. El aceite de *E. dives* puede dar 50% de piperitone y 40% de felandrene: y asi llega a ser una fuente potencial de sustancias relacionadas como el timol y el mentol. El aceite de *E. macarthuri*, que contiene unos 75% de acetato de geranil, junto con un poco de geraniol libre, ofrece una fuente abundante de este precioso ingrediente para perfumes; este aceite contiene además el mucho más raro eudesmol, un alcohol sesquiterpene. En Nueva Zelandia, esta especie se cultiva extensamente en los alrededores de Rotorua.

El aceite crudo de *E. citriodora*, la « goma perfumada al citrón » del Norte de Queensland, consiste casi totalmente de citronelal (90%); y otra especie de esa región, *E. staigeriana*, da un aceite perfumado al limón que contiene unos 16% de citral. Este aceite desempeñó un papel en una de las más espectaculares demostraciones llevadas a cabo por H. G. Smith, sobre el valor de los productos de las plantas australianas en la vida diaria [8]. En la ocasión de una comida formal, famosa en los anales de la Royal Society de Nueva Gales del Sur, Smith introdujo al menú a escondidas un postre dicho ser sagú perfumado al limón, revelando durante un discurso después de la comida que el tal budín había sido

confeccionado bajo su dirección con almidón del *Macrozamia spiralis*, sazonado con el aceite de las hojas del *E. staigeriana* [10].

Baker y Smith llegaron a la conclusión que el aceite de cualquier especie de eucalipto que crece en condiciones naturales mantiene una composición comparativamente constante; que cada constituyente químico aumenta en cantidad a través de una serie de especies hasta alcanzar su máximo en uno o más de ellos; y que existe una relación entre ciertos caracteres morfológicos, notablemente el tipo de venación de las hojas lanceoladas maduras, y la naturaleza química del aceite. Una venación « pluma » (como en *E. corymbosa* y *E. calophylla*) denota la presencia de pinene y posiblemente de acetato de bornil (Grupo I); una venación intermediaria (como ocurre en *E. globulus*, *E. smithii*, y *E. polybractea*) denota la presencia de pinene con cineol (Grupo II); y la venación « ala de mariposa » (como en *E. piperita* y *E. dives*) señala la presencia de felandrene y posiblemente piperitone o acetato de geranil (Grupo III).

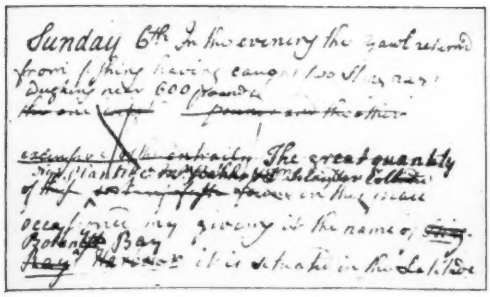
Así vemos que gran número de especies de eucaliptos caen en uno u otro de tres grupos principales, de los cuales pueden deducirse las características químicas con una mera inspección de la venación de las hojas [11]. Esta es una conclusión asombrosa, que sugiere un restablecimiento de la doctrina medioeval de signaturas [10] según la cual « el presidente de la *Naturaleza* » daba valiosos informes al hombre esculpiendo notables y maravillosas *Figuras* sobre las *Plantas* . . . y otros *cuerpos* inferiores ». Esta idea puede ser llevada más lejos aún con ciertas especies. Por ejemplo, *E. gullicki* y *E. haemastoma*, que a veces se hallan creciendo el uno al lado del otro, se parecen mucho, siendo ambos árboles de mediano talle, con una corteza blanca y lisa. Pero tanto la venación de las hojas como su perfume cuando estrujadas, denotan que *E. gullicki* segrega cineol (Grupo II) y que *E. haemastoma* da felandrene (Grupo III). Más aún, esta última especie casi siempre presenta las marcas de insectos, que se parecen a garabatos sobre la corteza, mientras que *E. gullicki* no muestra semejantes marcas. *E. punctata* y ciertas otras especies exuden masas verrugosas de « manna de eucalipto » de las punzas de los insectos en la corteza y en las hojas; este curioso producto consiste de un azúcar, rafinosa.

UNA TEORIA EVOLUCIONARIA

Un resultado mayor de estas investigaciones fitoquímicas, que abarcaron el detallado examen de otros rasgos botánicos y químicos (incluso la morfología de antera y cotiledones, colores de maderas, y naturaleza química de exudaciones), fué el desarrollo por Baker y Smith de una teoría evolucionaria, que trataba de la ilación geográfica y cronológica en el género Eucaliptus [2]. Existen pruebas que el género puede haber ocurrido en tiempos terciarios, o quizá cretáceos, en el hemisferio norte; pero la teoría de Baker y Smith habla sólo de Australia. Según esta teoría, el género tuvo quizá su orígen en el norte y noroeste de Australia, solamente las especies más antiguas se hallan en esta región: estos pertenecen al Grupo I, y poseen hojas con venas en forma de pluma que dan un máximo de unos 0,5% de un aceite pinene. Se mantiene que la evolución química acompañó a la evolución botánica. A medida que el género fué extendiéndose lentamente hacia el este y el sur, la evolución de nuevas especies fué determinada por los cambios de condiciones en tierra y clima, y aparecieron los aceites pinene-cineol del Grupo II. Al fin de la escala evolucionaria, la especie más reciente — del Grupo III, se halla solamente en el sureste de Australia y en la isla de Tasmania. Al pasar de la venación « pluma » hasta la « ala de mariposa » el ángulo entre la vena central y las laterales se va haciendo siempre más aguda, y en los últimos dos grupos el rendimiento de aceite aumenta hasta un máximo de unos 4,5%, puesto que queda más lugar para las glándulas de aceite entre las venas laterales de éstas que en las de la estructura de venas « pluma ».

El tipo primario es persistente, algunas especies abundan en regiones hacia el oeste (Perth), y hacia el este (Sydney), aunque no está representado en Victoria (aparte de la lonja de costa oriental) ni en Tasmania. Aún las especies más recientes son muy antiguas: más de la mitad de la especie indígena de Tasmania se halla también en el continente, y de esto se deduce que debe haber habido distintas especies mucho antes de la formación del Estrecho de Bass.

Además de los tres grupos principales de eucaliptos comprendidos en este supuesto órden de evolución, la clasificación evolucionaria toma en cuenta tales especies excepcionales como son *E. macarthuri* y *E. citriodora*, en las cuales los principales constituyentes del aceite de hoja son acetato de geranil y citronelal, respectivamente. Baker y Smith miraban a tales especies aisladas como fuera de clasificación químico-botánico, o como miembros finales de series en las cuales las formas


Sunday 6th In the evening the yawl returned from fishing having caught 150 fish, some of which weighed near 600 pounds

The great quantity of the

occasion my giving it the name of Botany Bay

FIGURA 1 – « *El nombre de* Botany Bay » (*Bahía Botánica*): *una entrada en el diario del Capitán Cook el día* 6 *de mayo de* 1770.

(*Reproducida con permiso de la Biblioteca Nacional de Australia.*)

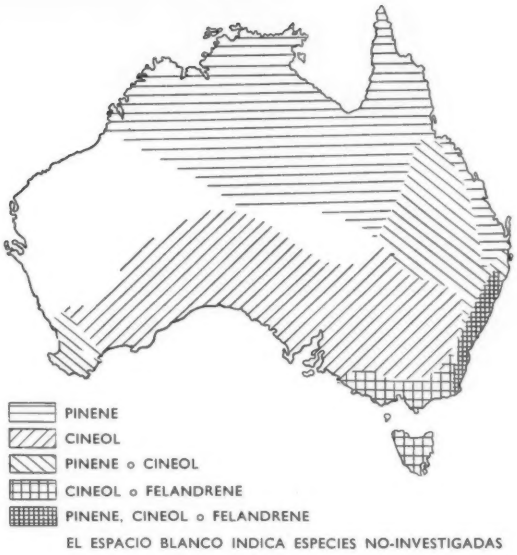


FIGURA 2 – *Distribución fitoquímica del Eucalipto en Australia. El mapa muestra aproximadamente la limitación geográfica de la especie Eucaliptus según los principales constituyentes químicos en sus aceites.*

(*R. T. Baker y H. G. Smith* [2].)

FIGURA 3 – *Richard Thomas Baker* (1854–1941).

FIGURA 4 – *Henry George Smith* (1852–1924).

FIGURA 5 – Eucaliptus rostrata. *Cerca de Warburton, Victoria. Este es el más extensamente distribuído de toda la especie Eucaliptus, pues crece en las orillas de casi todos los ríos del interior de Australia.*

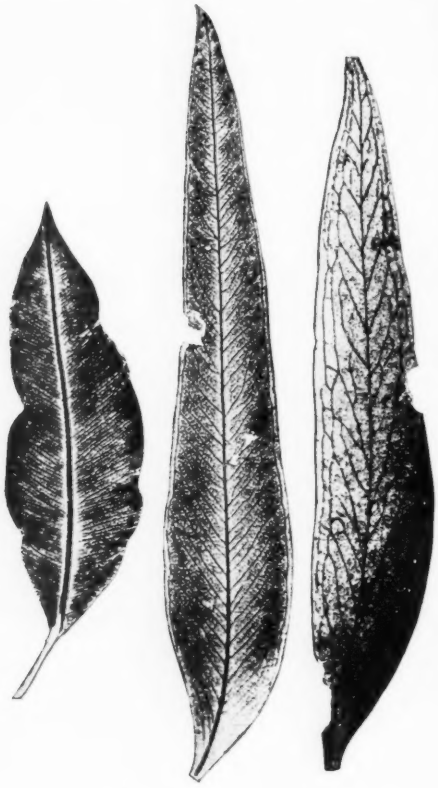


FIGURA 6 – *Tipos de la venación de hojas de eucalipto:* E. corymbosa (*Grupo* I), E. smithii (*Grupo* II), E. radiata (*Grupo* III). *Las glándulas de aceite aparecen como puntos negros porque se han usado las hojas como negativos. (Tamaño natural.)*

FIGURA 7 – Darwinia fascicularis. *El aceite de hoja de este arbusto australiano es una rica fuente de acetato de geranil.* *(De una fotografía tomada por H. G. Smith.)*

FIGURA 8 – dl-*mentol del piperitone. Este espécimen contiene los más finos cristales de la forma* dl *de mentol natural conocido, midiendo hasta* 8 *cm. de largo.*
(De una fotografía tomada por H. G. Smith.

de pasaje han desaparecido en el transcurso de la evolución [13] [14].

Estos extensos estudios abarcaron todo un continente, pero Baker y Smith eran hombres imbuídos de un entusiasmo extraordinario que ninguna dificultad podía menguar. Fueron los apóstoles « par excellence » del eucalipto. Cuando tocaban ya al fin de sus labores escribieron: « En el género Eucalyptus, Australia posee un bien comercial de naturaleza tan diversa y valiosa que no tiene par en cualquier otro género en todo el reino botánico ».

MAS SOBRE LA QUIMICA DE LAS PLANTAS AUSTRALIANAS

Aunque el género Eucalyptus sobrepasa el resto de la selva australiana, existen muchas otras plantas australianas de gran interés químico [13]. Así tenemos que además de los eucaliptos, van incluídas entre las plantas mirtáceas los llamados « árboles de té », que pertenecen a los Melaleuca, Leptospermum, y otros géneros, resultando el nombre popular de los cuales del uso de ellos que se dice hizo el Capitán Cook empleando las hojas de *L. scoparium* en vez de té. Estos son arbustos o árboles cubiertos de perfumadas hojas: el aceite de hojas de *L. liversidgei*, por ej., contiene el 60% de citral; *L. citratum* segrega citronelal además de citral. Y en *Backhousia citriodora* se halla un aceite citral aún más rico, que consiste de la substancia casi pura. *Darwinia fascicularis*, un arbusto bajo que crece en tierra desierta y arenosa, rinde un valioso aceite de hoja, que compite con la de *E. macarthuri* como fuente de acetato de geranil.

Muchas de las hermosas acacias australianas, de las cuales existen más de 400 especies, exuden gomas. Ciertas especies que crecen en las regiones áridas del oeste rinden una buena goma arábiga, pero no es posible cosecharla económicamente. *A. pycnantha*, *A. mollissima*, *A. decurrens*, y otras especies dan excelentes extractos de tanino, pero estas cascas pueden ser cultivadas y cosechadas más económicamente en las plantaciones Sudafricanas.

Muchos de los coníferos australianos pertenecen a *Callitris*, el género Pinus siendo desconocido en la flora indígena. Según Baker y Smith [3] [13], el género *Callitris* también sostuvo cambios evolucionarios al atravesar el continente de oeste a este. *C. glauca*, una típica especie « occidental », provee la mejor fuente de un aceite de pinochas australiano, conteniendo pinene y acetato de bornil; pero *C. tasmánica*, una especie « oriental », rinde un aceite que contiene 60% de acetato de geranil, siendo un conífero que podría ser trabajado económicamente para la producción de geraniol. Entre otros coníferos australianos, *Araucaria cunninghamii* (Pino de Moreton Bay) es un magnífico árbol para la producción de madera; *Agathis robusta* (Kauri de Queensland) da un oleoresina que es la fuente más económica de trementina australiana; y *Dacrydium franklini* (Pino Huon) provee una madera muy resistente a los insectos, posiblemente porque contiene metil-eugenol. Desgraciadamente, antes del advenimiento de las ciencias forestales a Australia, hubo gran desperdicio de estos singulares y magníficos árboles, sin las necesarias plantaciones nuevas.

Antes de terminar, no podemos dejar de mencionar las Boronias (Rutaceae), con sus delicadas flores de pétalos rosados, sus perfumes intrigantes y sus interesantes aceites, el sassafras y los árboles de palisandro.

PROBLEMAS FITOQUIMICAS Y QUIMICAS

El estudio de la flora australiana presenta muchos problemas atractivos para el botánico y el químico orgánico. El botánico, que a veces no puede ir tan lejos como el químico en la diferenciación de las formas de plantas, preguntará donde se acaba una especie, y donde empieza una variedad. *E. dives* nos provee un ejemplo interesante, cuya forma tipo muestra una proporción máxima de más de 50% de piperitone en su aceite. Esta es una especie de alto valor comercial, y sin embargo, botánicamente la forma tipo es inseparable de tres formas varietales, en las cuales la proporción de piperitone disminuye desde unos 20% hasta desaparecer por completo, con un aumento de felandrene en una de las variedades, y el desarrollo de unos 25 a 75% de cineol en los otros dos [6]. ¿Hasta qué punto puede servir la química en la clasificación de formas vivientes?

El admirable nombre « Eucaliptus » fué sintetizado por L'Heritier en 1788 del « eu » y « kaliptos » griegos o sea « bien cubierto », en alusión a la tapita u operculum que cubre la parte interior de la flor, para caer cuando los estambres están maduros. Por esta y otras razones Baker y Smith consideraron que raras veces ocurre la fertilización cruzada en este género bajo condiciones naturales. Al botánico y al químico les interesará aprender los efectos de la hibridación bien gobernada sobre la composición química de los aceites de eucaliptos. ¿Cómo se heredarían los factores químicos? ¿Sería posible criar formas que produjesen aceites esenciales de un valor particular?

Algunos problemas de naturaleza más puramente química pueden ser ilustrados refiriéndose al ketone piperitone, que Smith demostró, en 1900, ser el ingrediente perfumado a la menta de la llamada « John White's Sydney Peppermint ». Esta substancia ocurre en más de veinte especies de eucaliptos, invariablemente en forma levogira (*l*). En 1921, J. L. Simonsen [12], trabajando independientemente en Dehra Dun, en la India, descubrió el (*d*) piperitone dextrogiro en el aceite de una hierba índia, la *Andropogon jwarancusa*. Estos dos piperitones de los hemisferios norte y sur, son idénticos, salvo la excepción de que sus moléculas están relacionadas como objeto a imagen. Un estudio sistemático de las dos formas de piperitone, comenzada en Sydney y continuada en St Andrews [5] [9], ha elucidado bastante muchos de los problemas químicos y estereoquímicos en el grupo terpene, además de conducir a ideas de significado bioquímico.

Primero, por medio de una red de delicadas reacciones, piperitone ha sido usado como fuente de cada uno de los cuatro mentoles. Teóricamente, cada clase debe existir tanto en forma dextro- como en levogira, y además en el llamado *dl*, compuesto de partes iguales de ambas. Uno de los resultados de este trabajo es que todos ellos están ahora al alcance del químico. Una de las doce formas (*l*-mentol), es idéntica con el mentol natural sacado del aceite de menta (*Mentha piperita*).

Segundo, se ha hallado que es posible proceder, por procesos de laboratorio, desde el piperitone australiano levogiro al piperitone dextrogiro de la India, un hecho de gran interés.

Finalmente, estos estudios químicos y estereoquímicos ofrecen una guía hacia las relaciones bioquímicas de los constituyentes de los aceites australianos e índios de que se trata. Baker y Smith sostenían que el compuesto geraniol de cadena abierta pasaba al eucaliptus del más viejo género angophora, y probablemente pasa por todo el género, aún si a menudo sólo en pequeñas cantidades. Aceptada esta teoría, se presume hoy que el geraniol funciona en el eucalipto como precursor de piperitol, piperitone y felandrene. Ha sido propuesto un esquema teórico detallado, según el cual las reacciones toman una forma un poco diferente en las hierbas índias, conduciendo de esta manera de geraniol a piperitol y piperitone, con carene en vez de felandrene. La posibilidad de que haya dos series de reacciones químicas es clara, y algunos de los pasos han sido realizados en el laboratorio desde que primero apareció la teoría; pero no se sabe todavía de qué manera distinguen las plantas entre las moléculas levogiras y dextrogira.

« El control excesivamente delicado del mecanismo molecular que aquí se implica parece ser prerrogativa de un organismo viviente. El químico orgánico no puede efectuar diferenciaciones tan sútiles, por los métodos artificiales del laboratorio. En el estado actual de nuestros conocimientos, las manifestaciones más finas de la síntesis orgánica parecen estar ligadas inseparablemente con los procesos vitales » [9].

BIBLIOGRAFIA

[1] BAKER, R. T. *The Hardwoods of Australia and their Economics*, Sydney, 1919.

[2] BAKER, R. T., y SMITH, H. G. *A Research on the Eucalypts, especially in regard to their Essential Oils*, Sydney, 1902; 2ª ed., Sydney, 1920.

[3] *Idem. A Research on the Pines of Australia*, Sydney, 1910.

[4] CARTER, P. G., y READ, J. « An Examination of some Rhodesian Eucalyptus Oils », *J. Soc. chem. Ind., Lond.*, 1925, **44**, 525T.

[5] HÜCKEL, W. « Aus der Geschichte der Terpenchemie », *Naturwissenschaften*, 1942, **30**, 26.

[6] PENFOLD, A. R., y MORRISON, F. R. *J. roy. Soc. N.S.W.*, 1927, **61**, 54.

[7] READ, J. « Wizards of the Bush », *Sydney Morning Herald*, 27º y 30º de abril de 1921.

[8] *Idem.* « Henry George Smith », *J. chem. Soc.*, 1925, **127**, 958.

[9] *Idem.* « A Chapter in the Chemistry of Essential Oils », *Nineteenth Streatfeild Memorial Lecture*, Londres, 1936.

[10] *Idem. Prelude to Chemistry*, Londres, 1936, 187, 97.

[11] *Idem. Text-book of Organic Chemistry*, Londres, 1943, 623.

[12] SIMONSEN, J. L. *J. chem. Soc.*, 1921, **119**, 1644.

[13] SMITH, H. G. « Some Chemical Characteristics of the Australian Vegetation », *Rep. Aust. Ass. Adv. Sci.*, Wellington, 1923, **16**, 201.

[14] SMITH, H. G. *et al.* « The Botanical and Chemical Characters of the Eucalypts and their Correlation », 85*th Rep. Brit. Ass.* (*Manchester:* 1915), Londres, 1916, 97.

15] WHITE, J. *Journal of a Voyage to New South Wales with Sixty-five Plates of Non-descript Animals, Birds, Lizards, Serpents, curious Cones of Trees and other Natural Productions. By John White Esqre. Surgeon General to the Settlement*, London, 1790.

La Asociación Británica

O. J. R. HOWARTH

La Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias ha servido de modelo a muchas otras sociedades similares en diversas partes del mundo. El Dr Howarth, Secretario de la Asociación durante largos años y poseedor de extenso conocimiento de su historia, describe en este artículo el orígen, fines, desarrollo y actividades presentes de la Asociación. Durante la guerra ha prestado ésta gran atención a los futuros problemas de rehabilitación y reconstrucción.

Los fines de la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias, establecidos por sus fundadores, son los siguientes:

> Dar mayor impulso y dirección más sistemática a la investigación científica; estimular el intercambio de ideas entre los cultivadores de las ciencias que habitan en las diversas partes del Imperio Británico y con los filósofos extranjeros; conseguir mayor atención por parte del público en general hacia los objetos de la ciencia, y procurar salvar todos los obstáculos que se oponen a su progreso.

A continuación hemos de pasar rápida revista sobre la historia de la Asociación, y la forma de estas palabras, con el uso de los comparativos « *mayor* atención », « dirección *más* sistemática », « *mayor* impulso » tiene en sí misma un interés histórico. El año de la fundación fué 1831: un período de reajuste de Europa — reajuste tras las guerras napoleónicas, reajuste de todos los cambios, buenos y malos, producidos por la revolución industrial. Por lo que a la ciencia respecta, había existido un siglo antes un grupo de gentes con intereses intelectuales, que empezaban a abandonar el campo de la especulación teórica para dedicarse a la colección e interpretación de hechos. Ya un autor ha escrito:

> aquellos pocos comenzaron un movimiento poderoso. Y una vez que comenzó a vislumbrarse la posible extensión de la ciencia, aunque de manera imprecisa, el estudio científico llegó a interesar a cualquier persona que poseyese una mínima capacidad intelectual: ya que trataba la ciencia de cualquier cosa que pudiese ser vista o palpada, desde los astros y sus órbitas hasta las florecillas más humildes, de la expansión del vapor en una marmita hasta los fantásticos animales de lejanos países.

Amanecía a comienzos del siglo XIX la era de la especialización; durante la primera mitad del siglo se establecieron en Londres veinticuatro sociedades científicas de importancia, quince de ellas entre 1830 y 1850. Los fundadores de la Asociación Británica anunciaron que no era su propósito invadir el campo de acción de tales sociedades, y en efecto, asi sucedió, como más adelante hemos de ver; por el contrario, gracias a su mutua colaboración consiguieron su objeto de dar mayor impulso y dirección más sistemática a la investigación científica.

Los hombres de ciencia de aquel tiempo, descorazonados por el estado en que se hallaban los estudios científicos en Inglaterra, buscaron en el extranjero un ejemplo de condiciones más favorables y lo hallaron en Alemania, país entonces de ilustrado progreso en múltiples direcciones. Se había fundado allí en 1822 una sociedad cuyos fines abarcaban el estudio de todas las letras y ciencias, y cuyo propósito era convocar asambleas en las diferentes poblaciones del país. Llevaba por nombre la Deutscher Naturforscher Versammlung, y los investigadores británicos que asistieron a sus primeras reuniones hicieron de ella su modelo. El número de las sociedades científicas británicas residentes fuera de Londres era entonces mucho menor de lo que había de ser más adelante, pero había ya en ciertas localidades algunas agrupaciones muy florecientes. A una de éstas, la Sociedad Filosófica del Condado de York, se dirigió Sir David Brewster—notable publicista, enciclopedista, profesor y físico — con la demanda : ¿Estaría tal sociedad interesada en colaborar en la celebración de una reunión de los amigos de la ciencia en la ciudad de York — situada en lugar céntrico, de fácil acceso desde cualquier parte del país — con el objeto de establecer una agrupación permanente? Y así nació, el 26 de septiembre de 1831, la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias.

Brewster, siendo presidente de la Asociación en 1850, pasó revista de los sucesos de los años precedentes e hizo mención de muchos nombres de quienes habían sido o eran todavía miembros

activos: todos ellos nombres eminentes en su día, muchos dignos de eterna memoria: Murchison, Dalton, Buckland, Whewell, Sedgwick, Airey, Herschel, Babbage, Lubbock, Lyell, Faraday y otros muchos. La Asociación cumplía también su función de facilitar el contacto con « filósofos extranjeros », y los nombres de Arago, Bessel, Struve, Liebig, y Agassiz aparecen entre los de otros visitantes a sus asambleas. Y celosa de su compromiso de no pisar terreno que correspondiese a otras agrupaciones, la Asociación no celebró reuniones en Londres hasta 1931, cuando por general acuerdo se celebró en la capital el centenario de su fundación. En sucesivas reuniones anuales ha visitado todas las grandes ciudades de Inglaterra, País de Gales, Escocia e Irlanda: estas visitas se celebran mediante invitación de las ciudades mismas, invitación que nunca falta. Unicamente durante los años de guerra — 1917 y 1918, y a partir de 1939 — se ha interrumpido la celebración anual de las asambleas. Los fundadores entrevieron la posibilidad de trasladarse más allá de las fronteras de las islas, pero la primera reunión ultramarina no se celebró hasta 1884, en Montreal. Desde tal fecha se han hecho tres visitas al Canadá (1897, 1909, 1924), dos a Sudafrica (1905, 1929), y una a Australia en 1914. Y de este modo « todos los cultivadores de las ciencias en las diferentes partes del Imperio Británico » han tenido la oportunidad de ponerse en contacto, tal como la Asociación había prometido. Y es más, se estableció en 1937–38 un nuevo precedente al ser invitada al Congreso de la Asociación Científica de la India una delegación científica representativa y organizada por la Asociación Británica, y existe la esperanza entre muchos de nuestros investigadores de que tal precedente sea seguido con frecuencia. El reglamento de la Asociación permite a ésta trasladarse a todo lugar donde sea invitada, y en el futuro deberán aprovecharse las posibilidades de enviar delegaciones a corporaciones similares dentro del Imperio o en países extranjeros.

Casi desde los primeros años de su existencia la Asociación empleó en el mantenimiento de la investigación científica todos los fondos que quedaban en caja tras de hacerse frente a los gastos de organización. Tales fondos han sido siempre escasos, aun en años recientes, cuando la Asociación ha sido objeto de generosas donaciones por parte de Sir James Caird of Dundee (1912), dedicada en especial al desarrollo de la investigación, y de Sir Charles Parsons (1921) y Sir Alfred Yarrow (1926) con destino a sufragar los gastos ocasionados por los objetos generales de la Asociación. Los estudios asistidos mediante tales donaciones se han suplementado con extenso trabajo voluntario, cubriéndose campos de estudio de enorme amplitud. Hay dos rasgos particulares dignos de señalarse: la frecuencia con que investigaciones iniciadas por la Asociación, son continuadas más tarde por el Gobierno u otras entidades mejor equipadas para tal tarea; y el método de estudiar en informes especiales el estado de cualquier rama de la ciencia, de acuerdo con el principio de « la dirección más sistemática de la investigación » propugnado por los fundadores.

La compilación del Catálogo de Astros de la Asociación Británica, de investigaciones sismológicas y sobre las mareas, del magnetismo terrestre, el cómputo de tablas matemáticas, de la lluvia en las Islas Británicas, de biología marina, y otras muchas más, son sólo muestra de las diferentes materias objeto de la atención de la Asociación durante los diez primeros años de su existencia; el interés de la Asociación continúa aún vivo hoy en algunas de estas materias, especialmente en sismología y cómputo de tablas matemáticas. Los trabajos de la Asociación en normas eléctricas, iniciados ya en 1861, resultaron en la formulación del sistema aceptado con carácter internacional en 1908. Y es importante señalar entre otras investigaciones las antropométricas en las Islas Británicas (desde 1875) que dieron base a otros estudios posteriores y prueba de su valor concreto cuando durante la guerra de 1914–18 se hizo necesario tener conocimiento exacto de la población del país. También han sido particularmente prominentes las investigaciones realizadas sobre el hombre prehistórico; y la Sección de Ingeniería ha realizado estudios de gran valor práctico. La Sección de Educación ha publicado multitud de datos relacionados con la posición de las ciencias como materia educativa; y se ha dicho, con relación al campo de la Economía, que la labor de la Asociacion en conexión con la Ley de Patentes de los años 1883 y 1885 « representa uno de los actos públicos más valiosos de toda su historia ». También debe mencionarse aquí otro incidente relacionado con la Sección de Economía que no debe tener paralelo en la historia de las sociedades científicas. La Asociación se reunió en Belfast en 1874, época de la disputada huelga de la industria del lino. La Sección de Economía de la Asociación tenía en su agenda varias comunicaciones y discursos en los que se había de tratar de una manera incidental del problema económico de la huelga. Se invitó a que asistieran a dichas

FIGURA 1 – *Sir David Brewster* (1781–1868). *Físico, publicista, enciclopedista, y Rector de la Universidad de Edimburgo. Uno de los fundadores de la Asociación Británica.*

FIGURA 2 – *Sir Richard Gregory, Bt., F.R.S. Actual presidente de la Asociación.*

FIGURA 3 – *El despacho de Charles Darwin en Down House, Downe, Kent.* El orígen de las especies, *y otras muchas obras más fueron escritas en esta habitación.*

reuniones representantes de patronos y obreros de la industria textil, y, como era natural, la discusión se centró alrededor del problema concreto de aquella particular disputa. Los economistas allí presentes supieron aplicar un bálsamo reparador y Tyndall, entonces presidente de la Asociación, pudo anunciar al día siguiente que las diferencias habían quedado resueltas y la huelga terminada.

Consideraciones de espacio nos impiden extender más esta lista, que ha de parecer necesariamente escasa cuando se recuerda que las investigaciones patrocinadas por la Asociación durante el siglo pasado se elevaron a varios centenares. Pero antes de abandonar este aspecto de las actividades de la Asociación debemos traer a la memoria el episodio del Observatorio de Kew. Existía ya esta institución un siglo antes de la fundación de la Asociación, habiendo pertenecido durante cierto período a la Corona, y estaba a punto de ser abandonada en 1841 cuando la Asociación se hizo cargo de ella y de su mantenimiento de 1843 a 1872. Cumplió importantes funciones durante tal período, siendo la más importante la de servir de taller de prueba de todos los instrumentos magnéticos y meteorológicos, relojes y otros aparatos que necesitaban ser controlados mediante patrones fijos. El Observatorio pasó más tarde, en 1872, a manos de la Royal Society y en ellas continuó hasta los primeros años del presente siglo, hallándose por tanto los orígenes del gran Laboratorio Nacional de Física de hoy día en las actividades sucesivas de la Asociación Británica y de la Royal Society, que facilitaron grandemente su crecimiento.

La Presidencia de la Asociación, una de las más altas dignidades que pueden ser conferidas en el mundo de la ciencia, es cargo anual, regla ésta suspendida sólo durante el período de guerra. Así, el difunto Sir Arthur Evans ocupó el cargo presidencial en 1917–18, y el presidente actual, Sir Richard Gregory, lo es desde 1940. Durante la primera época de la Asociación se solía elegir presidente a algún personaje importante de la región donde había de celebrarse la asamblea anual, y figuras de noble rango o de alta categoría social, aunque legos en materias científicas, se honraron con tal distinción. Aún más, el vivo interés de la familia Real en las actividades de la Asociación se hizo patente con la aceptación de la presidencia por el Príncipe consorte en 1859 y por el Duque de Windsor, a la sazón Príncipe de Gales, en 1926; y puede quizás añadirse aquí que en 1904 el Rey Eduardo VII confirió a la Asociación su Real patrocinio, y la Real Carta de Incorporación fué concedida en 1928.

FIGURA 4 – *Pistola, barrilete de pólvora, balines, baqueta y llave, y una cachiporra que Darwin llevó consigo durante el viaje del* Beagle, *en custodia ahora de la Asociación Británica.*

Además de los ya mencionados, debemos decir que la lista de presidentes incluye los nombres más eminentes de la ciencia británica desde la época del establecimiento de la Asociación, con una sola excepción: la del más eminente de todos ellos, Charles Darwin, quien unicamente a causa de su mal estado de salud no pudo aceptar el cargo. A pesar de lo cual tiene nuestra Asociación la fortuna de que su nombre se halle íntimamente ligado al del famoso sabio a causa de haber sido una de las tribunas donde se discutieron las doctrinas establecidas en su *Orígen de las Especies*. No pudo tomar parte en tales debates el mismo Darwin, pero sus defensores, y entre ellos Hooker y Huxley, lo hicieron en forma contundente, aunque no lo fueron menos sus oponentes, Owen y el Obispo Wilberforce. Mucho después, en 1927, Sir Arthur Keith, entonces presidente de la Asociación, revisó en su discurso preliminar la presente posición del darwinismo y propuso que se preservase la casa de Darwin en el tranquilo pueblecito de Downe, Kent, como monumento nacional, lo que, dados los fondos necesarios, podía muy bien realizarse. Al día siguiente, en un momento inolvidable, cupo la suerte al autor de este artículo de abrir un telegrama de Sir Buckston Browne, F.R.C.S., ferviente admirador de Darwin, ofreciéndose a adquirir la propiedad indicada para dedicarla al propósito señalado por nuestro presidente. Y así se realizó: el donador adquirió inmediatamente la casita de Down, la restauró y la entregó en depósito a la Asociación, confiriendo al mismo tiempo una renta para ayudar a su mantenimiento. Gran número de objetos que habían pertenecido a Darwin fueron regalados por sus poseedores actuales y se conservan en algunas habitaciones de la casa; el despacho de Darwin, donde éste escribió sus obras más famosas, conserva hoy casi los mismos muebles que tenía cuando él lo ocupaba; casa y ameno jardin permanecieron abiertos al público hasta el comienzo de la guerra en 1939. He aquí la inscripción que conduce a los visitantes hacia las puertas de la casa: « Aquí meditó y trabajó Darwin durante cuarenta años, y murió en 1881 ».

Durante la guerra de 1914–18 y por algún tiempo después existía la tendencia por parte del público en general a desconfiar del poder de la ciencia cuando ésta se pone al servicio del Mal. El período siguiente mostró cada vez más claramente que el poder de la ciencia al servicio del Bien podía aumentar de manera enorme; pero este poder no está aún bien comprendido, y la Asociación Británica tiene que continuar esforzándose para conseguir « una atención más general hacia los objetos de la ciencia », y en 1938 se decidió a dar un paso importantísimo a fin de conseguir dicho objeto. En años anteriores al citado, los delegados encargados de redactar los programas de discusión de las asambleas anuales habían insistido sin cesar en la necesidad de incluir temas de amplio interés general, pero era necesario dar a tales programas una organización más sistemática; y sin embargo, ninguna de las secciones entre las cuales se distribuye el trabajo general de la Asociación podía hacerse cargo de tal tarea y fué por lo tanto necesario establecer una División encargada de las Relaciones sociales e internacionales de la Ciencia, con objeto de enfocar las aplicaciones de la ciencia hacia el interés público y de acentuar el carácter internacional de los estudios científicos, ya que de todas las actividades humanas la ciencia es la que se aproxima más estrechamente al ideal de colaboración internacional. Esta nueva división se distingue administrativamente de las demás secciones en varios respectos, y en especial en la facultad que posee de celebrar reuniones independientes de las asambleas generales anuales.

Tal facultad se ha puesto en ejercicio durante el presente período de guerra, cuyas condiciones hacen imposible la celebración de las grandes asambleas anuales del tiempo de paz. La División ha podido empero convocar conferencias, de sencilla organización pero importantes resultados, en las que se han discutido los problemas de la reorganización de la postguerra y de las contribuciones especiales que puede la ciencia aportar. La primera de tales conferencias tuvo lugar bajo el título general de « La Ciencia y la Organización mundial », y en ella se revisaron todos los problemas en relación con tal materia. Atrajo la atención de gran parte del público y puso al descubierto extenso número de problemas que necesitarán una discusión más especial en futuras conferencias y en comités especiales designados al caso. Los resultados de las discusiones de tales conferencias y comités se han publicado y se continuarán publicando en el órgano de la Asociación titulado *The Advancement of Science*.

Como se ha podido ver al comienzo del presente trabajo, la Asociación fué fundada en un período de reajuste de condiciones de guerra a las de paz; muy pronto nos hemos de encontrar en una situación semejante y entonces podrá la Asociación Británica ser de gran utilidad como uno de los instrumentos que han de realizar tal reajuste.

La evolución de la cartografía británica[1]

M. N. MacLEOD

Pocas son las personas que no sienten la menor atracción por las indicaciones mudas de un mapa — aún al tratarse de mapas baratos de color negro — y cuanto mayor es la escala del mapa, mayor es la atracción que ofrece. El Mayor-General MacLeod, quien por espacio de algún tiempo ha sido Director-General de Agrimensura Militar de la Gran Bretaña, describe en este artículo la evolución de la Cartografía Británica.

Los mapas tan familiares de la actualidad, tales como los empleados por excursionistas a pie, automovilistas, ingenieros, agentes de fincas, etc., representan algo relativamente nuevo en la historia del mundo, y su introducción data solamente de eso de últimos del siglo XVIII. En tiempos remotos parece que no existía nada semejante, si bien puédese que existían mapas de caminos y mapas « catastrales », indicando estos últimos los límites de propiedades, fincas y campos. La primera nación del mundo que publicó un mapa topográfico del país en estilo moderno fué Francia. Los trabajos de agrimensura de este mapa fueron iniciados en 1745. Luego siguió la Gran Bretaña, cuyo país, a fines de aquel siglo, preparó un mapa de una escala de una pulgada (= 25,4 mm.) por milla (= 1.609 m.). La primera hoja de este mapa fué publicada en el año 1801. Este mapa fué preparado para ayudar al Ejército en la defensa del país — la falta de esta ayuda fué vivamente sentida en Escocia durante la supresión de la rebelión del año 1745 — y su preparación fué confiada al Director-General de Artillería e Ingenieros.

En primer lugar, los progresos realizados en la preparación del mapa eran muy lentos. No existía técnica reconocida para trabajos de agrimensura en tan gran escala; y los soldados encargados con la realización de este trabajo de hecho tuvieron que inventar o improvisar su técnica a medida que iban progresando. En la época que Napoleón fué finalmente derrotado en Waterloo, y la defensa del país había cesado de ser apremiante, tan sólo se habían levantado mapas de la mitad de Inglaterra. Sin embargo, algunos años después se presentó una necesidad urgente y repentina, si bien de una naturaleza distinta. El Parlamento británico decidió efectuar un intento para solucionar el problema irlandés adquiriendo las propiedades de algunos de los grandes terratenientes y revendiendo sus tierras a precios bajos a agricultores trabajando en pequeña escala, necesitándose un mapa para poder poner este proyecto a la práctica. Para el caso referido era necesario reproducir el delineado de cada campo, con el resultado de que un mapa de una escala de una pulgada por milla era demasiado pequeño para el objeto que se tenía en vista. Finalmente se decidió proceder a la preparación de un mapa de Irlanda a base de una escala de seis pulgadas por milla, a pesar del hecho de que su levantamiento iba a exigir un número de hojas 36 veces mayor, en comparación con el mapa de una pulgada por milla. Al tener en cuenta que la preparación del mapa de una parte de Inglaterra equivalente más o menos a la extensión de Irlanda había tomado veinte años tratándose de un mapa de una escala de una pulgada por milla, una tal decisión era cosa muy atrevida. Sin embargo, esta decisión resultó muy acertada. La sección de Agrimensura Militar que todavía se estaba ocupando de la preparación del mapa de Inglaterra de una escala de una pulgada por milla fué encargada con el levantamiento del mapa de Irlanda y logró llevar a cabo este trabajo de manera muy notable. Su Director-General, Colby, al introducir métodos de producción en serie, aceleró el trabajo de manera tal que dentro del transcurso de otros veinte años se había completado la nueva gran tarea. Y el nuevo mapa demostró ser de gran utilidad, no tan sólo para la adquisición de tierras, sinó también para una multitud de otros fines, hasta el extremo que inmediatamente se hizo sentir la necesidad de preparar un mapa parecido de la Gran Bretaña. Inmediatamente se iniciaron los trabajos de preparación, pero pronto se hallaron personas que hacían resaltar que si una escala de seis pulgadas por milla era de tanta utilidad en un país agrícola

[1] Los mapas de las págs. 65 y 66 son reproducidos de los '*Ordnance Survey Maps*' con autorización del Director de H.M. Stationery Office (Oficina de Imprenta de Su Majestad).

The Road from

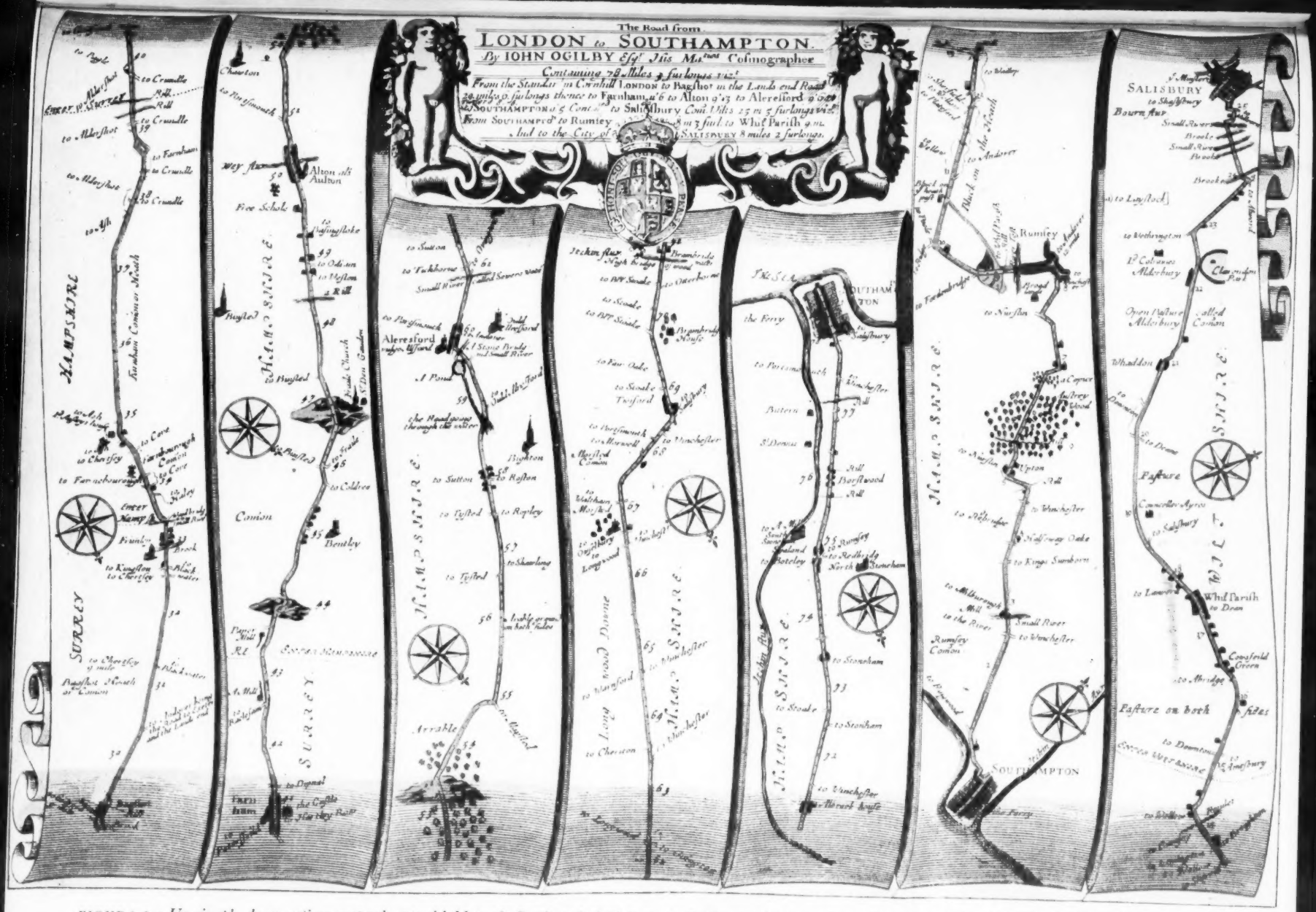


FIGURA 1 – *Un ejemplo de un antiguo mapa de ruta del Mapa de Caminos de Inglaterra, de Ogilby, publicado en 1655. El original está en poder de Mr Alexander Duckham.*

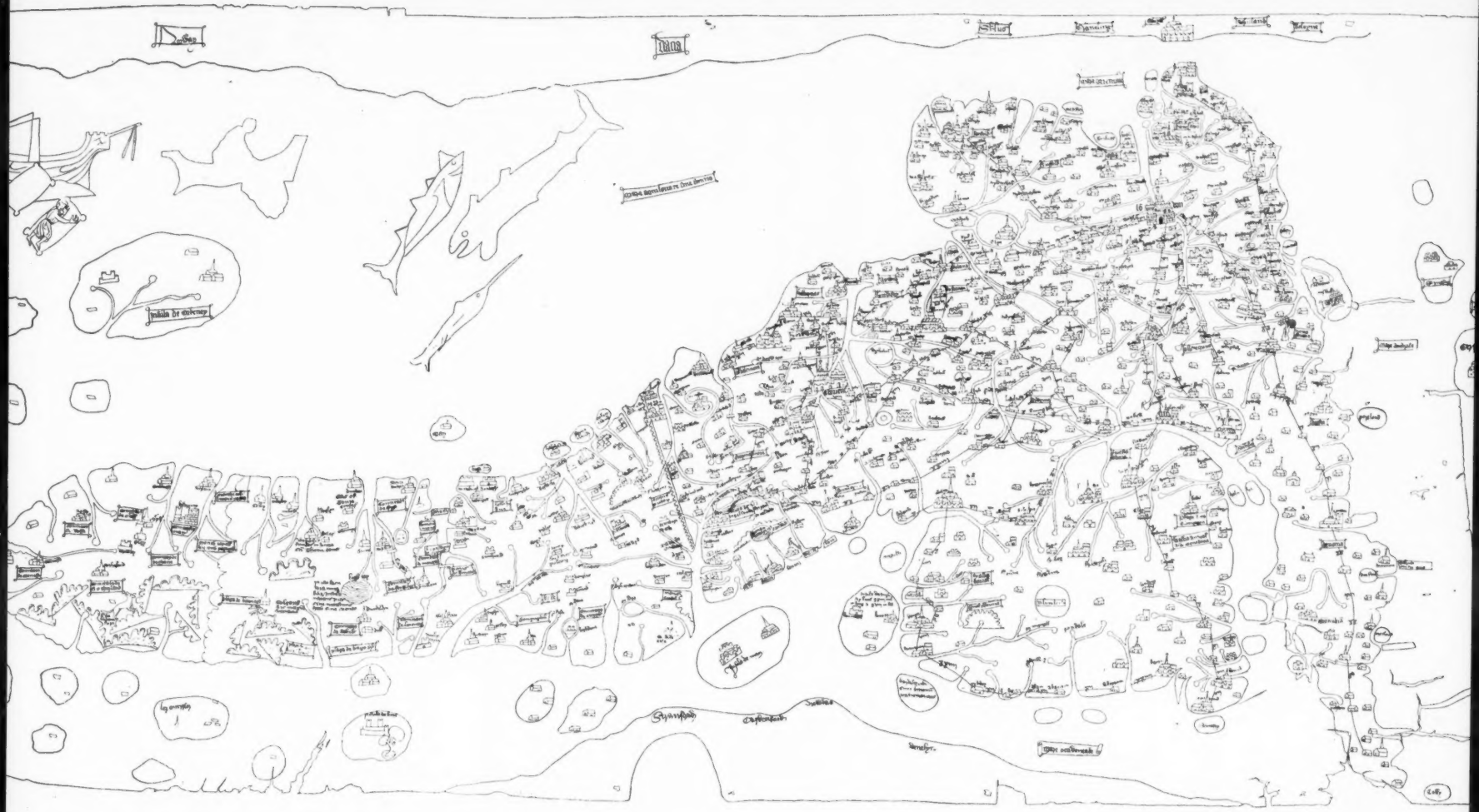


FIGURA 2 – *Una pequeña parte de un mapa de Inglaterra del siglo XIV. El original está en poder de la Bodleian Library.*

130

9

8

6

125

4

120

ALDERSHOT
FARNHAM
Ewshot
Frensham
Frensham Common
Tilford
Elstead
Thursley
Seale
Tongham
Runfold
Badshot Lea
Weybourne
Farnham Park
Waverley Abbey
Crooksbury Common
Hampton Park
Hampton Common
Tilford Common
Golf Course
Elstead Common
Hankley Common
Rushmoor
Thurley Common
Ockley Common
Pot Common
Shortfield Common
Millbridge
Dockenfield
Churt
Hearn
Tilford Bridge
Charleshill
Sheephatch
Tilhill Fm
Monks Hill
Wagdon Common
Binton Cottage
Moorpark
Rowledge
Frensham Great Pond
Frensham Little Pond
Hankley Fm
Westbrook
Fullbrook Fm
Thurley Fm
Highfield
Hyde
Marwant Fm
Stock Fm
Green Cross
Tignals Fm
Bagfields
Headleywood Fm
Scotley
Emley Fm
Coxbury
Heath Hall
Dowlers Green
Pitlands
Hampton Lodge
Sanatorium
Cuckoo Hill
Fairfield
Mount Pleasant
Dippenhall
Wrecclesham
Rushmoor
Tilford Fm
Sheephatch
Shortfield
Millbridge
Pierrepont

FIGURA 4 – *Parte de la misma superficie ilustrada en la Figura 3, tal como aparece en la primera edición (grabada) del mapa de una pulgada de la Gran Bretaña preparado por la Agrimensura Militar.*

FIGURA 5 – *Una parte más pequeña de la misma superficie ilustrada en un plano enrejado moderno de una escala de 1 a 2.500.*

como Irlanda, no podía menos que adoptarse una escala mucho mayor para un mapa apropiado para un país industrial como Inglaterra. Desgraciadamente, resultó casi imposible el llegar a un acuerdo respecto a las proporciones de esta escala mayor, y transcurrieron casi quince años de discusiones y controversias antes de que el Gobierno Británico tomara una decisión atrevida y decidiera levantar un mapa de la Gran Bretaña (con la excepción de algunas regiones montañosas poco pobladas) a base de una escala de 1 por 2.500, equivalente a algo más de veinticinco pulgadas por milla.

Esto representaba una obra inmensa, exigiendo más de 50.000 hojas, además de un conjunto en exceso de 10.000 hojas del mapa de una escala de seis pulgadas que tenía que publicarse a un mismo tiempo. El mapa británico de la escala de 1 a 2.500 fué principiado en el año 1855 y transcurrieron cuarenta años aproximadamente antes de que pudiera ser completado. Ahora constituye la base de un surtido completo de mapas de escalas variadas hasta 1 a 1.000.000 — la escala de la *Carte Internationale du Monde.*

Continuamente se están descubriendo nuevos usos para mapas bien preparados y de confianza; pero se está poniendo de manifiesto que tan sólo puede lograrse el provecho máximo de cualquier mapa determinado cuando forma parte de un sistema cartográfico bien organizado, en el cual puedan incorporarse mapas de diversos tipos, de escalas relacionadas entre sí de manera conveniente; con el objeto de que cualquier proyecto u operación pueda ser examinado en conjunto valiéndose de mapas de escala pequeña, permitiendo el examen de sus subdivisiones separadamente en mapas de mayor escala ilustrando el terreno de manera más detallada. Como es natural, los mapas británicos no fueron preparados para ser empleados en esta forma, pero cambios que estaban a punto de ser efectuados al estallar la guerra — y que probablemente serán introducidos tan pronto como vuelva a reinar la paz — lograrán perfeccionarlos bajo este respecto. Entre estos cambios hay la adición de un « enrejado », un estilo cartográfico inventado durante la última guerra con miras a facilitar los medios para indicar las posiciones de puntos y sitios cuyos nombres no aparecen en el mapa.

La introducción de un enrejado no fué el único perfeccionamiento que se intentó incorporar en los mapas británicos, si bien podía ser considerado como el perfeccionamiento más interesante. También se tenía la intención de disponer las hojas de los mapas de 1 a 2.500 y de seis pulgadas en una forma distinta más conveniente, aprovechando la oportunidad para repasarlos y revisarlos de manera completa. Los motivos que justifican una tarea de tan grandes proporciones son de una naturaleza demasiado técnica para ser descritos en este artículo, pero la circunstancia de que estos mapas tan admirables exigieron un tal revisado tan sólo cincuenta años después del su terminación constituye una indicación muy clara que los trabajos cartográficos jamás pueden ser dados por terminados. La humanidad y la naturaleza constantemente están cambiando el aspecto del país y los mapas de primer orden no pueden menos que registrar estos cambios sin retrasos indebidos. En la Gran Bretaña, la necesidad de revisar los mapas a intervalos regulares se hizo aparente poco después de la terminación de los trabajos originales de agrimensura, y durante el año 1882 se concedió la autorización correspondiente para que pudieran publicarse mapas y planos revisados a intervalos de veinte años. Este período de 20 años fué mantenido y resultó razonablemente suficiente hasta el rompimiento de hostilidades en el año 1914, en cuya época inevitablemente tuvieron que limitarse estos trabajos en muy gran escala. Al restablecerse la paz, el desarrollo del automovilismo dió lugar al fomento de trabajos de construcción de carreteras y de casas, lo cual contribuyó a que tuvieran lugar cambios muy rápidos y extensos en la campiña de la Gran Bretaña, con el resultado de que la revisión de mapas fué muy grandemente complicada y retrasada. Antes de mucho, la naturaleza anticuada de los mapas británicos, de los cuales dependían las actividades de tantas personas, principió a causar inconvenientes muy graves, y cuando el Parlamento británico aprobó leyes tales como la Ley de Construcción de Casas y de Derribo de Casas Inhabitables del año 1930, y la Ley Financiera del año 1931 que establecía impuestos sobre tierras y terrenos, se llegó a un punto verdaderamente crítico, debido a que las leyes de esta naturaleza no pueden ser fácilmente administradas a no ser que pueda contarse con mapas modernos adecuadamente preparados. Después de la aprobación de la Ley de Planteamiento de Ciudades y del Campo del año 1933, el Gobierno británico decidió tomar las medidas necesarias para remediar la situación y, siguiendo los consejos y recomendaciones del Comité presidido por el Vizconde Davidson, aprobó provisionalmente cierto número de medidas que con el tiempo iban aún a mejorar las altas normas de excelencia de los mapas británicos antiguos.

Precisión moderna en las constantes atómicas

H. R. ROBINSON

Actualmente las masas absolutas de átomos individuales se llegan a determinar con una precisión del 1 por 4.000 o 5.000. El Profesor Robinson explica como se ha logrado esta precisión, dando un bosquejo de las sucesivas fases del progreso, desde los trabajos de Sir J. J. Thomson hasta los presentes resultados proporcionados por el espectrógrafo de masas.

He aquí un extracto de una edición de los *Diálogos Científicos*, del Reverendo Jeremías Joyce, publicados hacia 1850:

Emma: Me acuerdo, papá, que Vd nos decía algo extraño referente a la divisibilidad de la materia, la cual nos indicaba podía continuarse de manera ilimitada.

Padre: Ciertamente que hace un tiempo que mencioné este sujeto y ahora es tiempo apropiado para explicarlo.

Carlos: ¿Puede en efecto la materia ser dividida infinitamente, ya que creo que esto es lo que debe entenderse por división sin fin?

Padre: Por más que esto pueda parecer difícil, creo, no obstante, que se puede probar fácilmente. ¿Podeis imaginaros una partícula de materia tan pequeña que no posea ni superficie superior ni inferior?

Carlos inmediatamente comprende la intención de esta pregunta y razona, con alguna extensión, que la materia debe ser infinitamente divisible. El padre aprueba diciendo: « Tu conclusión es cierta».

En una edición posterior, de 1875, revisada por « hombres de ciencia eminentes » y « completada hasta el estado de conocimientos modernos », todos los párrafos anteriores, incluso la aprobación que el padre hace a la conclusión de Carlos, fué reimpreso sin ninguna alteración, pero con la inclusión de una aclaración muy cauta, diciendo que muchos filósofos adoptan ahora el punto de vista atómico de la materia, « por más que sea una cuestión que es quizás incapaz de tener una solución satisfactoria».

Esta cita no ha sido traída aquí con el simple objeto de obtener una fácil sonrisa de un libro de texto elemental pasado de actualidad. Los *Diálogos* de Joyce fueron durante su tiempo un excelente medio de introducción popular a la ciencia, al igual que las célebres *Conversaciones* de la Sra Marcet. El extracto lo mencionamos simplemente con el fin de hacer ver el profundo cambio que se ha producido en nuestra actitud respecto a la teoría atómica durante los últimos setenta años. A pesar de la contribución a tales estudios que hicieron Dalton, Gay-Lussac y Avogadro durante los principios del siglo XIX, no es hasta el fin del mismo siglo en que la teoría atómica de Dalton empieza a ser plenamente reconocida como algo más que una simple hipótesis conveniente. Hoy día, en una nueva edición hipotética de los *Diálogos*, el padre ciertamente que tomaría el hecho real de la existencia de moléculas y átomos como algo axiomático y (si pudiera contenerse de divagar sobre las estadísticas de Fermi-Dirac) daría probablemente una idea simplificada de los trabajos de Aston sobre las masas isotópicas.

La teoría atómica debe una gran parte de su actual fuerza de autoridad al conocimiento detallado y exacto de las propiedades individuales de átomos y moléculas que ha ido acumulándose durante las últimas décadas, y muy especialmente desde el desarrollo de las teorías eléctricas de la materia.

Por más que a primera vista parezca extraño, la primera magnitud molecular que fué conocida con exactitud fué el valor medio de la velocidad de las moléculas de un gas; hace más de noventa años que el genio extraordinario de J. P. Joule dedujo una expresión aproximada de la presión de un gas en función de la densidad del gas y del cuadrado de la velocidad molecular media. No mucho después, Clausius dedujo una expresión más exacta, y desde 1859, cuando Clerk Maxwell obtuvo la ley de distribución de las velocidades moleculares, tenemos exacto conocimiento de la relación entre estas expresiones, incluso del número de moléculas de un gas determinado cuyas velocidades están comprendidas, para una cierta temperatura, entre dos límites fijados.

Yo no conozco ningún trabajo experimental referente a velocidades moleculares que sea anterior al de Cantor, llevado a cabo en Estrasburgo en 1897. Lo que hizo Cantor, fué medir la diferencia entre los empujes sobre dos superficies iguales, una de vidrio y la otra de cobre, mantenidas suspendidas en una atmósfera de cloro. Como que la superficie de cobre fija algo de cloro para formar cloruro de cobre, el número de moléculas que rebotan de la misma es inferior al del que lo hacen de la superficie de vidrio, y por ende la presión es también menor. Midiendo tal diferencia de presión, junto con el conocimiento de la masa de cloro fijada por segundo en la superficie de cobre (obtenida pesando la placa de cobre a intervalos de algunos minutos), conduce a poder deducir la media del cuadrado de la velocidad molecular. Lo que se puede afirmar de los resultados obtenidos por Cantor es que están dentro del orden de magnitud predicho por la teoría cinética.

Sir J. J. Thomson.

La teoría cinética, junto con los datos recogidos por otras ramas de la física, proporcionó los primeros valores para la masa y dimensión de la molécula considerada individualmente—por más que nadie podía pensar en tener una idea muy clara de lo que exactamente se entiende por « tamaño » de una molécula. En conjunto, sin embargo, los físicos del último período Victoriano, tenían buena razón para estar satisfechos del avance logrado en esta rama particular del conocimiento. El método primitivo de Loschmidt daba valores cerca del límite superior tanto para la masa como para el tamaño, y otros métodos basados en simples teorías de acción dieléctrica se sabía que daban valores límites inferiores. La razón entre los valores límites superiores e inferiores era variable de un gas para otro, pero el valor 80 es un valor medio general; además, un razonamiento algo más recóndito, basado en la constante *b* de van der Waals partió la diferencia entre los dos valores extremos, de manera que puede decirse que las masas moleculares se conocían ciertamente en orden de magnitud y posiblemente dentro de 50 o 100%. No había, sin embargo, nada que probara si lo que realmente se calculaba era una definida masa molecular o simplemente un valor medio correspondiente a un grupo de muchas partículas cuyas masas individuales podían variar, continua o discontinuamente, dentro de amplios límites. Un desparramo considerable de las masas individuales habría podido ser revelado por experimentos de difusión, pero no existía una técnica experimental capaz de detectar una diferencia de unos pocos por cientos.

Las masas individuales de los átomos son hoy día conocidas con un grado de exactitud que habría parecido totalmente imposible cincuenta años atrás, y conocemos la naturaleza de la distribución de las masas, que de hecho es discontinua. Los primeros pasos en este sorprendente progreso tuvieron lugar en el laboratorio Cavendish, gracias a J. J. Thomson y al notable grupo de físicos que él atrajo a Cambridge. En 1897, Thomson, independientemente y casi simultáneamente que Wiechert en Berlin y Kaufmann en Königsberg, midió la carga específica de los electrones negativos en un tubo de descarga; dedujo correctamente que los electrones eran de masa mucho menor que incluso los átomos más ligeros, y demostró que eran parte integrante de la materia. Pronto después, J. S. Townsend probó, por medio de una serie de experimentos brillantemente concebidos y perfectamente ejecutados, que la carga electrónica *e* era idéntica en magnitud a la carga de un ión electrolítico univalente. Posteriormente, Townsend, Thomson y H. A. Wilson hicieron determinaciones independientes de la carga electrónica para las que usaron métodos desarrollados en el mismo laboratorio

por C. T. R. Wilson para su trabajo sobre condensación nebulosa.

Desde entonces en adelante — o sea, desde aproximadamente principios de este siglo — no hay lugar a duda sobre la naturaleza atómica de la electricidad, y (si por un momento olvidamos la isotopía) la exactitud de nuestros conocimientos sobre masas atómicas individuales queda limitada solamente por la incertidumbre del valor exacto de *e*. La derivación de las masas es simple y directa, ya que desde los trabajos iniciales de Faraday, en 1833, hemos tenido siempre el medio de conocer exactamente la relación entre la masa y la carga de átomos transportados en masa electrolíticamente; se obtiene simplemente por medio del peso atómico del elemento en cuestión, dividido por la valencia y por la constante electrolítica de Faraday. Según el Profesor Raymond T. Birge, que de estas cuestiones conoce más él que todas las demás personas juntas, esta relación global entre masa y carga es actualmente conocida con una exactitud de 1 en 10.000; la masa de un átomo sólo, puede obtenerse multiplicando la relación global por la carga transportada por un ión simple, la cual es $n \times e$ para elementos n-valentes.

F. W. Aston, F.R.S.

Las medidas de *e* por los pioneros de Cambridge estaban sujetas a errores relativamente grandes; y se debe a los dos físicos de los Estados Unidos, R. A. Millikan y A. H. Compton, el tener un conocimiento mucho más perfecto de esta importante constante atómica. Las nubes acuosas usadas por Thomson y Wilson fueron substituídas por minutas partículas de aceite en los experimentos de Millikan; de esta manera, en lugar de verse obligado a rápidas observaciones sobre la superficie externa de nubes en condición de rápida desaparición, le fué posible proceder a prolongadas medidas de comportamiento, bajo condiciones exactamente controladas, de una gota casi perfectamente estable. Hizo asimismo un estudio detallado de las posibles causas de error, y los resultados, publicados en 1917, fueron admitidos como exactos en un 1 por 1.000. Posteriores experimentos con gotas de aceite, particularmente los de Laby y Hopper en Melbourne, 1941, han confirmado la notable exactitud alcanzada por Millikan. Sin embargo, ha sido puesto en claro que el valor final de *e* hallado por Millikan tenía un error del 7 por 1.000.

El método seguido por Millikan era en esencia más elaborado y perfeccionado (estos dos términos no son necesariamente sinónimos en la ciencia experimental) que el de los experimentos anteriores de Cambridge, en tanto que Compton desbrozó un camino completamente nuevo. Compton fué el primero en darse cuenta de la posibilidad de usar, dentro de condiciones favorables, una red ordinaria de difracción para la espectroscopia de los rayos X y así poder medir absolutamente las longitudes de onda. Tales medidas, conjuntamente con las de los ángulos de reflexión de los mismos rayos X sobre las caras de un cristal, condujo de manera relativamente simple a la determinación del valor de *e*. Cuando Compton y Doan lograron, por primera vez en 1925, obtener espectros reticulares con rayos X, ya tenían a su alcance medidas de exactitud con cristales. Los primeros resultados, para los cuales no pretendieron gran exactitud, estaban aproximadamente de acuerdo con el valor de *e* de Millikan. Trabajos posteriores, en los cuales se ha alcanzado un grado de exactidud comparable al obtenido en la espectroscopia de cristales por Siegbahn y sus escuelas en Lund y Upsala, han conducido a un valor de *e* el cual se acepta generalmente como correcto dentro de 1 en 4.000 o 5.000. Este es $4.802_5 \times 10^{-10}$ unidades electrostáticas absolutas; el valor de Millikan era 4.770×10^{-10}, y trabajos recientes

sobre la viscosidad del aire permiten en gran parte explicar esta diferencia entre ambos valores. La teoría del método con rayos X ha sido objeto de cuidadoso y competente estudio con resultados satisfactorios, y el valor de *e* ha sido confirmado, por un método elegante, aunque no tan directo, con los experimentos de J. A. Bearden sobre la refracción de los rayos X. Hay, pués, razones excepcionalmente sólidas para confiar en la precisión de nuestros conocimientos de la carga electrónica y por ende de las masas atómicas.

Esta descripción sería, sin embargo, incompleta si no mencionáramos otro campo de investigación, el cual ha sido intensamente cultivado en el laboratorio Cavendish. A principios del siglo actual, J. J. Thomson desarrolló el conocido método de la « parábola » para la investigación de los rayos positivos descubiertos en 1886 por Goldstein. En este método los átomos cargados son desviados por medio de campos paralelos eléctricos y magnéticos y caen finalmente sobre una placa fotográfica. Para una carga determinada, los átomos de una determinada masa producen una traza parabólica sobre la placa; si la masa de los átomos variase continuamente sobre ciertos valores, la traza sería ensanchada de manera correspondiente. De hecho, tolerando cierto ensanchamiento debido a la geometría del aparato, no existe evidencia alguna de tal variación. En 1912, Thomson hizo, sin embargo, el notable descubrimiento que el neón producía dos parábolas distintas, una cerca de la otra, lo cual demostraba, como una posibilidad, que los átomos de neón podían ser divididos en dos grupos, ambos indiscutiblemente de neón, pero correspondientes a dos definidas masas distintas; esta idea fué luego comprobada, y años más tarde un tercer grupo fué hallado, mostrando que de hecho existen tres clases de átomos de neón.

Las fotografías de Thomson de las parábolas de neón fueron la primera clara indicación de la existencia de isótopos no radioactivos. Esto fué el origen de una larga serie de experimentos e investigaciones que han demostrado que los átomos de muchos elementos no son todos de igual masa; sin embargo, pueden ser clasificados en grupos definidos — en general no muchos grupos[1] — de partículas idénticas. Es en este sentido que los pesos atómicos químicos, y los primeros valores para las masas individuales de las moléculas, se refieren sólo a valores medios, esto es a los promedios de varias masas isotópicas, calculados de acuerdo con la abundancia relativa.

Nuestros conocimientos sobre estas materias provienen de los trabajos de F. W. Aston en Cambridge. Siguiendo el camino marcado por las parábolas de Thomson, Aston inició enseguida los trabajos de separación por difusión de una muestra de gas neón puro. Posteriormente siguió el método más eficaz para la separación de los rayos positivos por medio de los campos eléctrico y magnético. Con su primer espectrógrafo de masas (un notable instrumento actualmente propiedad del Museo de Ciencias de South Kensington) creó un instrumento de investigación mucho más poderoso que el aparato de las parábolas de Thomson. Fué completado y puesto en uso en 1919, y con él confirmó inmediatamente el resultado obtenido por Thomson para el neón, y probó asimismo que muchos otros elementos son mezclas de varios isótopos.

Desde 1919, los isótopos de los elementos químicos han sido investigados meticulosamente; al principio casi todo el trabajo recayó sobre Aston, con el espectrógrafo de masas original, y posteriormente con otros modelos perfeccionados pero basados en el mismo principio. Más recientemente, otros tipos de muy alto rendimiento han sido construídos y empleados por otros investigadores — especialmente por Dempster, pionero en el análisis de los rayos positivos, Bainbridge, Jordan y Nier en los Estados Unidos y Mattauch en Viena. En los dos o tres años anteriores a la guerra actual, numerosos investigadores se dedicaron a este campo de trabajo, y así es como hoy poseemos un conocimiento extenso, detallado y perfecto de las masas relativas y de la abundancia de isótopos. En la medida de las masas relativas, una aproximación de 1 en 100.000 es cosa corriente, y de 1 en 1.000.000 es anunciada para el último instrumento de Jordan producido en 1940. Los conocimientos así adquiridos han sido de considerable valor para muchas otras esferas, a parte de que hoy conocemos las masas absolutas de los átomos individuales con una aproximación de 1 en 4.000 o 5.000, aproximación no mucho inferior a la correspondiente al equivalente mecánico del calor, el cual ha sido desde muchos años repetidamente investigado. La masa atómica más ligera hasta ahora conocida es $1{,}6734 \times 10^{-24}$, gramos.

[1]El estaño, por ejemplo, que es excepcionalmente complejo, tiene diez isótopos, que varían desde 112 a 124 unidades de masa atómicas, con un promedio de 118,70.

Progresos en el conocimiento científico de la goma

E. H. FARMER

La goma con su elevado peso molecular (aproximadamente 350.000), es una substancia de difícil investigación química. Su molécula es tan larga y entretorcida que solamente los reactivos con moléculas pequeñas y móbiles son capaces de actuar sobre ella de manera completa y eficaz. Sin embargo, recientemente se han conseguido notables progresos en la química de la goma, la cual, tal como describe el Dr Farmer, posee una versatilidad química latente que le hará aumentar su utilidad industrial.

El descubrimiento, en 1839, que la goma podía vulcanizarse por medio del simple calentamiento con azufre y lograr así la transformación de un material pegajoso, deformable y algo elástico en un material no pegajoso, con sus propiedades de elasticidad, resistencia a la tracción y estabilidad en contacto del aire, todas ellas notablemente aumentadas, constituyó la base de la industria moderna de la goma. De aquí la pregunta: ¿Es la vulcanización la única transformación útil entre los procesos aplicables a la goma, o existen también otros procedimientos para convertirla en una serie de materiales, cada uno de ellos con propiedades físicas adecuadas para una determinada aplicación industrial? Durante los últimos quince o veinte años se ha conseguido un cierto progreso en el camino de dar respuesta a esta pregunta, pero una contestación completa podrá darse sólo después de un sistemático estudio de las propiedades de la goma como hidrocarburo.

EL SIGNIFICADO DE LA ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA GOMA

Después que Pickles demostró que la goma estaba constituída por unidades recurrentes de isopreno, $-CH_2{\cdot}C(CH_3) = CH{\cdot}CH_2-$, enlazadas linealmente, Staudinger halló el número que de tales unidades existen en la molécula normal de goma. El número originalmente estimado por Staudinger, de *ca.* 2.200, ha sido revisado por Gee [13] después de laborioso estudio, y se mantiene a *ca.* 5.000 (peso molecular 350.000). La enorme longitud de la molécula correspondiente al valor hallado por Gee es un real estorbo para el químico al tener que conducir la reacción en masa de tales moléculas. Desde el punto de vista clásico de la química orgánica, cada molécula de goma contiene en su cadena un promedio de 20.000 átomos de carbono (aparte de los pertenecientes a los grupos metílicos concatenados); posee una capacidad propia para una rotación libre de sus partes alrededor de cada uno de sus 15.000 enlaces C–C; y muestra una configuración *cis* para sus 5.000 enlaces dobles. Una idea de lo que esto representa en magnitud y forma molecular puede obtenerse por medio de la figura 1 [18], en la cual se representa una molécula saturada de parafina que posee aproximadamente una longitud veinte veces menor que la de la cadena de la goma y carece de complicaciones debidas a la presencia de enlaces *cis* recurrentes. Moléculas de tal complejidad y ramificación deben inevitablemente de enredarse las unas con las otras y cesar de ser libres en sus movimientos. De aquí que para lograr una buena reacción entre núcleos de unidades potencialmente activas comprendidas en cada cadena y las moléculas del reactivo, es conveniente que estas últimas sean de pequeño tamaño y de gran movilidad, puesto que ello les permite pasar entre las cadenas y acercarse a los elementos casi inmóviles de goma.

COMBINACION DE LA GOMA CON MOLECULAS PEQUEÑAS Y GRANDES

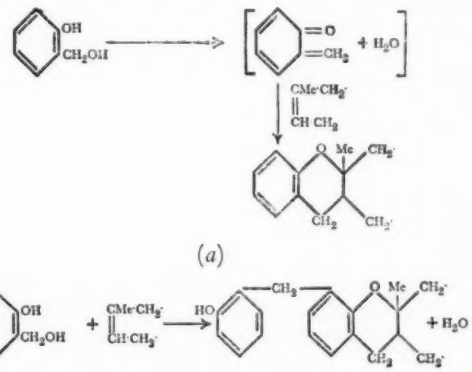
Poca dificultad se observa en la práctica para lograr una reacción rápida y *completa* entre todas las unidades de la cadena de la goma con moléculas de reactivo pequeñas y móviles, tales como las del ácido clorhídrico. Pero cuando las moléculas del reactivo son largas o están fijadas en la extensa superficie de un catalizador, el problema del contacto físico es muy difícil.

La hidrogenación de la goma por tratamiento con hidrógeno en presencia de un catalizador ha ocupado la atención de numerosos químicos, ya que se supone que si la goma fuera desprovista de todos, o casi todos, sus elementos no-saturados, sería más resistente a la oxidación atmosférica,

pero mantendría sus propiedades inherentes a sus grandes dimensiones moleculares. La hidrogenación ha resultado ser bastante difícil en la práctica; todos los investigadores creyeron que la dificultad era ocasionada por el envenenamiento del catalizador, debido a las impurezas de la goma, y de ahí que se emplearan métodos drásticos (y frecuentemente deletéreos) para la purificación de la goma. Según los modernos puntos de vista, es preciso que cada uno de los grupos etílicos de la goma sea adsorbido por la superficie del catalizador, durante algún punto del proceso, con el fín de que pueda tomar de allí el par de átomos de hidrógeno necesario. Así es como el problema físico es algo parecido al que se enfrentaría a un gusano extraordinariamente largo, enroscado de manera tri-dimensional, el cual sin rectificarse ha de llevar cada uno de los segmentos de su cuerpo en contacto con ciertos puntos prefijados sobre el suelo; esto sólo lo podría lograr por medio de violentas y prolongadas convulsiones. Staudinger solucionó, en parte, las dificultades de la hidrogenación por medio del empleo de altas temperaturas, con hidrógeno a relativamente alta presión, una cantidad enorme de catalizador y un prolongado tiempo de reacción. Junto con la hidrogenación que así se obtiene, se producen igualmente profundos cambios cíclicos e intenso craking. Manteniendo la temperatura de la reacción dentro de límites relativamente reducidos y por medio del uso de un catalizador de níquel, ha sido posible reducir la cantidad de catalizador y el tiempo necesario para una hidrogenación completa; igualmente la presión puede bajarse a 15 o 20 atmósferas [11]. De las diferentes variables, la temperatura es la de valores más críticos, ya que mientras se requiere una temperatura algo elevada (170–195° C) si se quiere provocar una convulsión térmica algo violenta en las cadenas de la goma, lo que es necesario para asegurar un contacto efectivo de todas las unidades etilénicas con la superficie del catalizador dentro de un tiempo razonable, por otra parte, una temperatura demasiado alta es causa no solamente de los cambios cíclicos y craking antes mencionados, sinó que produce probablemente la recombinación de los productos de desintegración térmica. Este último proceso conduce a la ramificación de las cadenas reconstituídas. En la práctica, la goma puede hidrogenarse (con o sin craking a voluntad) en cualquier grado hasta su completa saturación. Los productos hidrogenados que escapan a la acción del craking son sólidos de apariencia gomosa, resistentes a la oxidación y con una elasticidad que se extiende a una zona de temperaturas algo inferiores que las de la goma. Por otra parte, los productos resultantes de un craking intenso son semisólidos. (*Véase* figura 2.)

LA GOMA EN RESINAS

Un medio, no descrito hasta aquí, para lograr la combinación química de la goma con moléculas de gran tamaño consiste en estructurar las últimas con las primeras. Esto ha sido logrado en el caso de las resinas de fenol-formaldehido por medio de la unión de simples productos de condensación del fenol-formaldehido (« Novolaks ») con algunos de los grupos etilénicos de la goma, y procediendo posteriormente a la unión cruzada de las partes resinosas del producto. Con este objeto los « Novolaks » pueden formarse en presencia de la goma con la ayuda de un ácido catalizador, pero solamente los grupos aromáticos que contienen el grupo $\cdot CH_2OH$ en posición orto respecto al grupo fenólico $\cdot OH$ son los que pueden unirse directamente a la goma [4]. Este enlace se produce fácilmente aún a temperaturas moderadas e implica la formación de un anillo cromano en cada unión, tal como se muestra para el caso de la saligenina y para la orto-orto-disaligenina en las ecuaciones (*a*) y (*b*) respectivamente. Posteriormente, la



resina seca de goma-« Novolak » puede pulverizarse con hexametilenotetramina y ser usada así como el componente resinoso en los polvos de moldeo y para la impregnación de materias textiles y papel. El endurecimiento se produce cuando la mezcla es calentada y enfriada posteriormente. En la práctica, se usa goma algo oxidada (comercialmente « Rubbone »), en lugar

de goma en crudo, con el fín de que sean compatibles los diferentes ingredientes para obtener la resina. Con este material, los puntos de enlace con los « Novolaks » parece que ocurren con relativa frecuencia a lo largo de las cadenas de la goma. Una representación convencional de este tipo de compuesto se muestra en la figura 3.

La resina tiene la propiedad, única entre las resinas del tipo de la « Bakelita », de poseer una cierta plasticidad térmica residual después que se ha producido el fraguado térmico normal. Esta propiedad resulta ser muy útil, ya que permite doblar placas de resina o bien prensarlas en formas curvadas después de calentarlas a 120–130° C (*véase* figura 4). El proceso fundamental adición-reacción que ocurre entre saligenina, disaligenina, etc., y la goma, parece ser aplicable a una gran variedad de otras substancias olefínicas.

LA IMPORTANCIA DE LOS RADICALES

La goma es una substancia poli-olefínica, y de ahí que tenga la propiedad de poder fijar reactivos apropiados a los enlaces dobles de sus grupos. Este es sólo uno de los caminos según los cuales hoy se conoce que puede reaccionar. Debemos recordar que debido a ser un hidrocarburo y a su reducida solubilidad, la goma se la hace reaccionar, ya disuelta en disolventes hidrocarburados o bien en su forma sólida. En ambos casos las unidades etilénicas, casi no polarizadas, están rodeadas de un medio no ionizante. Y en estas condiciones no se facilita la reacción iónica, pero en su lugar aparece una marcada tendencia hacia otro tipo de reactividad, la reactividad *radical*, en la cual los elementos participantes no son iones cargados eléctricamente sinó radicales y moléculas neutros. La razón principal para este comportamiento consiste en la capacidad que tiene la molécula de la goma para permitir que alguno de sus átomos de hidrógeno sea desplazado o substituído en presencia de un reactivo. Lo que ocurra posteriormente depende de las circunstancias, pero el hecho es que la goma reacciona fácilmente, por más que el mecanismo propio de la reacción sea frecuentemente algo complejo.

Gran parte del conocimiento sobre la capacidad de reacción radical de la goma ha sido obtenido por medio de experimentos sobre oxidación [10], [12], proceso que ocurre con suficiente facilidad para ocasionar la deterioración gradual de la goma cuando está expuesta a la acción del aire y de la luz sin ninguna protección química. Claro está, que se ha estudiado detalladamente como es que el oxígeno actúa sobre la goma, con el fín de poder así tomar eficaces precauciones para evitar su deterioración. Pero el número de unidades en cualquier cadena de goma es demasiado grande para que el químico pueda decidir qué es lo que realmente ocurre durante la reacción a cada grupo particular, y este trabajo no resulta facilitado por el hecho que los grupos que reaccionan pueden ser colocados en distintos puntos de la cadena y que no alcancen simultáneamente el mismo estado de reacción. Por lo tanto, para determinar la marcha de la reacción entre goma y un reactivo determinado, es generalmente preferible proceder a realizar experimentos previos con gomas con una, dos o seis unidades, y comparar entonces los resultados obtenidos con los correspondientes cuando se usa propia goma. Estos experimentos muestran que las unidades individuales de goma absorben oxígeno para formar grupos de hidroperóxido que se juntan a la cadena en uno u otro de los tres átomos de carbono marcados en negrillas de $\cdot CH_2 \cdot C(CH_3) : CH \cdot CH_2$. Seleccionando uno (el más probable) de los tres átomos **C** como representativo, esto prueba que una unidad que reacciona con una molécula de oxígeno pasa, en cierto modo, por las fases (*a*), (*b*) y (*c*), en cuyas fórmulas se usan los asteriscos para denotar los centros radicales:

$$\cdot CH \cdot C(CH_3) : CH \cdot CH_2 \cdot \xrightarrow{(a)} \cdot \underset{*}{CH} \cdot C(CH_3) : CH \cdot CH_2 \cdot \xrightarrow{(b)}$$
$$\quad | \qquad\qquad\qquad\

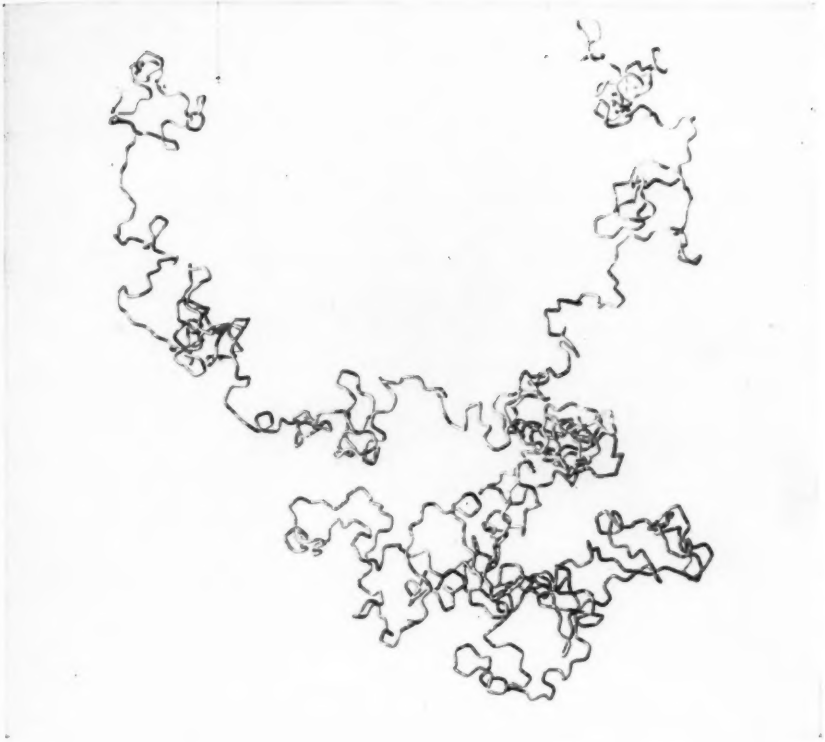


FIGURA 1 – *Modelo a gran escala, debido a Treloar, de una molécula de parafina de peso molecular 14.000, basada en la teoría estadística de Kuhn. El efecto de rotación al azar alrededor de los enlaces C–C está representado por el doblado del alambre cuya dirección en el espacio ha sido determinada por la suerte echando un dado. La distancia entre los extremos resultó ser de unos 23 centímetros, que es muy cerca del valor teórico para la longitud probable de este modelo de molécula. Su longitud, completamente estirada, sería 4,30 metros; de manera que la extensibilidad de una molécula de parafina con 1.000 enlaces es aproximadamente 19 veces.*

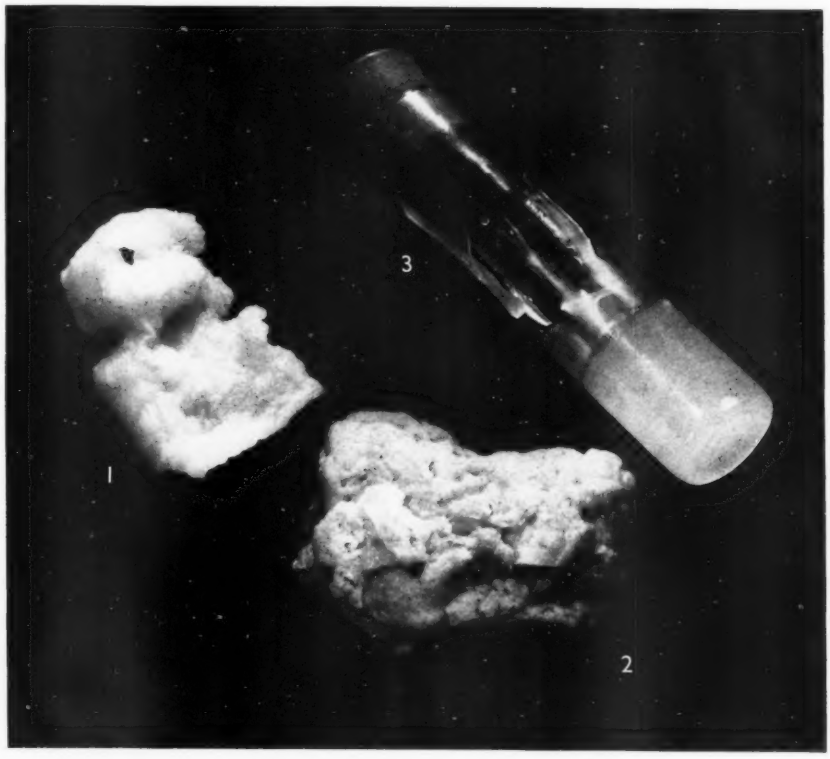


FIGURA 2 – *Goma hidrogenada:* (1) *Hidrogenación completa. Ligero craking, tolerado a fin de reducir el tiempo de reacción (peso molecular* 150.000). (2) *Hidrogenación parcial* (60% *con ligero craking (peso molecular* 140.000). (3) *Hidrogenación completa con intenso craking (peso molecular* 49.000).

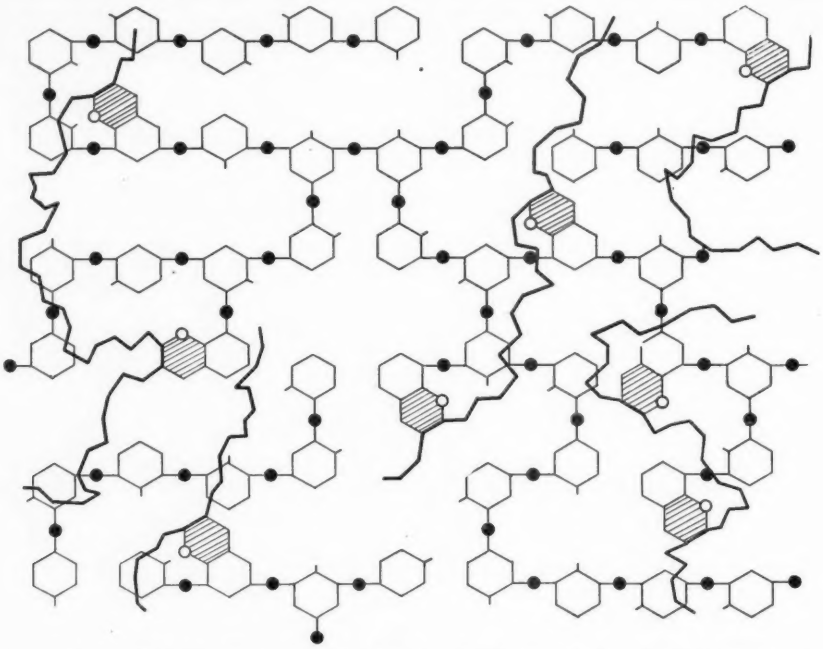
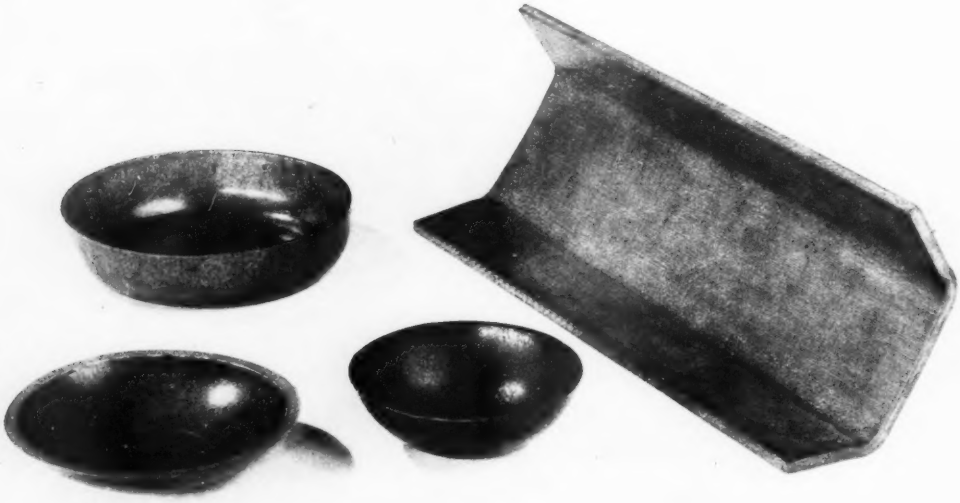


FIGURA 3 – *Diagrama plano convencional de la red molecular tri-dimensional de la resina de rubbone-fenol-formaldehido. La líneas gruesas irregulares representan cadenas de goma las cuales efectúan su unión con la red de fenol-formaldehido a través de los anillos oxigenados (cromano) indicados con rayado. Los exágonos blancos representan núcleos fenólicos; sus coletillas, grupos* ·OH; *y los puntos negros, grupos* ·CH_2.

FIGURA 4 – *Placas laminadas de resina de rubbone-fenol-formaldehido, a las cuales se les ha dado su forma final después del termo-endurecimiento original.*



considerable, la cual ha de ser suministrada por una u otra fuente. Como sea que la oxidación de la goma progresa mucho más rápidamente bajo la luz solar o con luz ultravioleta (esto es, bajo condiciones que sabemos ayudan a la formación de radicales neutros partiendo de una gran variedad de substancias orgánicas), es razonable asumir provisionalmente que la oxidación estimulada por la luz implica al menos la formación de radicales, y proceder así a revisar las consecuencias. Hagamos notar aquí, sin embargo, que la goma y otras poli-olefinas sufren una oxidación lenta en la obscuridad, o sea una termo-oxidación distinta de la exclusiva foto-oxidación, y este fenómeno ha sido poco estudiado aún.

La correspondencia del comportamiento observado con la hipótesis radical puede ser quizá mejor apreciada en el caso del lino-oleato de metilo (derivado del aceite de linaza) y los ésteres de varios aceites ácidos de pescado, los cuales tienen estructura parecida a la del lino-oleato de metilo [7]. Estas poli-olefinas sufren oxidación bajo la acción del aire y de la luz, al igual que la goma, pero para el objeto de que hablamos tienen la doble ventaja de que los peróxidos formados son mucho más estables que los de la goma, y por ende no perturban el resultado con su prematura descomposición. Además, la disposición de las uniones no saturadas en sus cadenas de carbono permite observar los cambios de estructura más fácilmente que no en la goma. El lino-oleato de metilo tiene por fórmula:

$$CH_3\cdot\underbrace{CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH_2}\cdot(CH_2)_6\cdot CO_2CH_3$$

en la cual los pares de átomos de carbono del etileno están separados por sólo un grupo metílico en lugar de dos. Consideremos ahora el grupo de 10 carbonos subrayados con una llave. En este sistema los dos grupos CH_2 entre los pares de enlaces dobles, considerados según los principios generales de la orgánica, deberían ser (y así han sido hallados en la práctica) más susceptibles a ser atacados por reactivos que no los dos grupos CH_2 extremos. Si por radiación del ester en el aire, el grupo CH_2 de la izquierda perdiera temporalmente un *átomo* de hidrógeno, con o sin auxilio de una molécula de oxígeno, entonces el sistema de 10 carbonos resultante (*A*) contendría dos grupos **1** y **2** de tres carbonos, cada uno de los cuales (alternativamente) debería fluctuar o resonar entre las formas radicales $\cdot CH{:}CH\cdot \overset{*}{C}H\cdot$ y $\cdot \overset{*}{C}H\cdot CH{:}CH\cdot$, hasta que finalmente el átomo de hidrógeno desplazado sería substituído por otro átomo o grupo. En consecuencia, las dos formas radicales (*B*) y (*C*) es probable que aparecieran inmediatamente, además de la forma original (*A*), y estas producirían por último, y debido a la colisión con moléculas de oxígeno seguida de abstracción de átomos de hidrógeno de la vecindad, dos moléculas distintas de peróxido. Ambas estas moléculas mostrarían, sin embargo, y diferentemente de la derivada de (*A*), una conjugación diena, esto es, tendrían dos de sus enlaces dobles alternando con enlaces simples — cuya condición es fácilmente reconocida y medida por medios espectrográficos. Otras cinco adicionales formas de peróxido mostrando conjugación diena, junto con una con conjugación triena, podrían obtenerse si el grupo CH_2 de la derecha, o si los grupos CH_2 de la izquierda y de la derecha juntos o sucesivamente, perdieran átomos de hidrógeno. Por lo tanto, cualquier oxidación algo intensa del ester que diera lugar a una formación de radical, produciría asimismo un grado considerable de conjugación diena y algo de triena. En la práctica se ha hallado que cuando lino-oleato de metilo puro absorbe una proporción molecular de oxígeno por la acción de la luz solar a temperatura ambiente (o sea, suficiente oxígeno capaz de atacar cada grupo CH_2 alternadamente), aproximadamente una tercera parte de las moléculas muestran conjugación diena y un 5% conjugación triena, y hasta casi cerca del final de esta absorción *todo* el oxígeno está presente en forma de grupos de peróxido. Resultados parecidos se obtienen con los sistemas no saturados de ésteres de aceite de pescado cuya constitución es parecida; pero con ninguno de los esteres puede obtenerse por la acción sólo de la luz, en ausencia de oxígeno,

(*A*) $\cdot CH_2\cdot \overbrace{CH{:}CH\cdot \overbrace{CH\cdot CH{:}CH}^{2}}^{1}\cdot CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH_2\cdot$

(*B*) $\cdot CH_2\cdot \overset{*}{C}H\cdot CH{:}CH\cdot CH{:}CH\cdot CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH_2\cdot$ (por resonancia de **1**),

(*C*) $\cdot CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH{:}CH\cdot \overset{*}{C}H\cdot CH_2\cdot CH{:}CH\cdot CH_2\cdot$ (por resonancia de **2**),

ningún grado apreciable de conjugación. Parece, pués, necesario concluir que en la práctica el oxígeno interviene directamente en la primera fase de la reacción, o sea en la formación de radicales orgánicos.

Otro medio de formación de radicales partiendo de compuestos de carbono, consiste en calentarlos a alta temperatura. Con el lino-oleato de metilo y con los ésteres de aceite de pescado ocurre tal formación de radicales con entera ausencia de oxígeno [6], mucho antes de llegar al punto de craking, si es que tomamos el aspecto de la conjugación [15] como criterio. Aquí, no obstante, el grado final de conjugación es reducido comparado con el obtenido por oxidación ($< 5\%$), debido a la aparición brusca de polimerización entre las formas conjugadas. En el caso de las gomas, por otra parte, por más que, sin duda, se formen radicales, al calentarlas no aparece ninguna conjugación, y ciertamente ninguna cabe esperar atendida su constitución.

La formación de grupos de hidroperóxido, tal como hemos descrito más arriba, es solamente la primera parte en el proceso de la oxidación de la goma; ya que estos grupos se descomponen fácilmente y actúan como verdaderos agentes oxidantes para el mismo cuerpo en que ellos se forman [9]. Estos grupos son inestables bajo la influencia de la luz y del calor según un proceso complejo, cuyo último resultado consiste en oxidar los enlaces dobles más próximos, por oxigenación primero (generalmente formando grupos epoxi), y partiéndolos finalmente. En las primeras fases de la oxidación, una docena o más de moléculas han de ser absorbidas para producir una rotura completa de la cadena, pero el proceso continúa de manera progresiva con sucesivos acortamientos de las cadenas, aunque sólo algunos de los enlaces dobles atacados sean finalmente rotos. Normalmente cada grupo ·OOH retiene la mitad de su oxígeno formando parte del grupo ·OH en su posición original, y dedica la otra mitad a la oxidación de las cadenas. El proceso es exactamente el mismo que los tecnólogos de la goma han empleado desde muchos años para el reblandecimiento de la misma. La goma es amasada en el aire entre los cilindros de un tren laminador y así absorbe oxígeno; sus cadenas de gran longitud son así rotas, por medio de la oxidación, a una longitud (en promedio) de una tercera parte de su longitud inicial, con lo que el producto resultante es más manejable y más soluble. Si el proceso del laminado es llevado a cabo mucho más allá con la ayuda de un catalítico para la oxidación química, la goma pierde su solidez y se obtiene un material de mucha utilidad, el « Rubbone » [14], [16], [17], en el cual las cadenas de la goma han sido rotas hasta tener sólo una longitud de una novena parte o aún menos de su longitud primitiva. El proceso de la oxidación, sin embargo, no tiende en todas las circunstancias a producir una reducción de la dimensión molecular, porqué si los grupos de peróxido son descompuestos a alta temperatura (por ejemplo, con cilindros calientes) algunas de las cadenas o fragmentos quedan unidos por enlaces de oxígeno — la mayoría del tipo éter — para formar así cadenas heterogéneas.

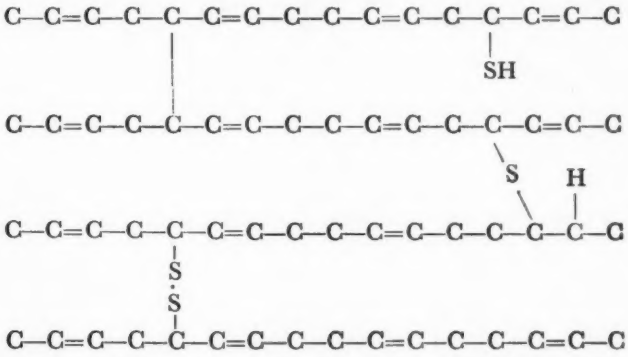
DIVERSOS MEDIOS PARA LA CLORACION

Gomas intensamente cloradas, obtenidas por la acción del cloro sobre la goma, han sido usadas extensamente para la manufactura de pinturas anti-ácido, pero las gomas cloradas no tan intensamente son muy inestables. Cuando el cloro reacciona con la goma para temperaturas comprendidas entre $-50°$ y $+80°$ C, la primera molécula del reactivo reemplaza un átomo de hidrógeno de la goma por uno de cloro, y el segundo actúa parecidamente. Sólo en las últimas fases de la reacción es cuando el cloro empieza a adicionarse en los enlaces dobles. Por cierto que es preciso usar de una estratagema para preparar el dicloruro homogéneo aditivo $[\cdot CH_2\cdot C(CH_3)Cl\cdot CHCl\cdot CH_2\cdot]_n$, el cual es un compuesto relativamente estable. Los átomos de hidrógeno que son reemplazados por cloro son principalmente los de los grupos metílicos adyacentes a los enlaces dobles, pero en gran parte un proceso cíclico acompaña a la halogenación. Así pués, se forman dos tipos distintos de unidades de substitución, $\cdot CHCl\cdot C(CH_3):CH\cdot CH_2\cdot$ y $\cdot CH\cdot C(CH_3):CH\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot C(CH_3)\cdot CHCl\cdot CH_2\cdot$, ambas muy inestables, y pierden el cloro completamente por acción mútua con solución alcohólica de nitrato de plata [2]. La explicación más sencilla y más coherente de estos hechos consiste en que ambos compuestos se obtienen por desplazamiento directo del hidrógeno por el cloro, lo que posiblemente requiere actividad radical. La reacción por adición no es tampoco probable que tenga carácter iónico.

RADICALES Y VULCANIZACION

El enlace de moléculas de goma para formar compuestos insolubles de inmensa extensión, que se producen calentando goma con azufre, ha sido desde mucho tiempo considerado un proceso de adición en el cual el azufre actúa simultáneamente

como elemento adicional en los enlaces dobles y como elemento de enlace. El papel de los aceleradores, sin embargo, con su acción de incrementar la rapidez y mejorando frecuentemente la vulcanización, no ha sido bien comprendido. La forma más simple de vulcanización se considera actualmente [5] que es aquella que se obtiene lentamente por la luz solar o ultravioleta, y esto puede interpretarse como el resultado de la expulsión lenta de los átomos de hidrógeno (muy lenta comparada con la rapidez de desprendimiento de los átomos de hidrógeno en los procesos de oxidación) de las cadenas de la goma por la acción de la luz [1]. Cualquier molécula de goma RH que pierde así uno de sus átomos de hidrógeno constituye un radical activo R*, el cual por colisión con una molécula vecina puede unirse con ella y perder un átomo de hidrógeno($R^* + RH \rightarrow R{\cdot}R + H^*$). Este proceso puede continuarse, ya por la molécula doble convirtiéndose a su vez en un radical por la pérdida de un átomo de hidrógeno y uniéndose luego a una tercera molécula de hidrógeno ($R{\cdot}R \rightarrow R{\cdot}R'^* + H^*$; $R{\cdot}R'^* + RH \rightarrow R{\cdot}R'{\cdot}R + H^*$), o ya por una tercera molécula de goma que pasando a ser un radical se une con la molécula doble ($RH \rightarrow R^* + H^*$; $R{\cdot}R + R^* \rightarrow R{\cdot}R'{\cdot}R + H^*$), y así sucesivamente. Los átomos activos de hidrógeno que se expulsan durante el proceso suplementan el remanente de radicales, los cuales son formados muy lentamente por la acción de la luz, y de esta manera ayudan a mantener la marcha del proceso. Una reacción de la misma naturaleza pero mucho más rápida, puede lograrse por adición de una substancia orgánica a la goma, la cual se descomponga en radicales. Tal substancia es el peróxido de dibenzol [8], el cual se desdobla gradualmente por calentamiento, y al menos algunos de los conocidos aceleradores deben su eficacia a una propiedad parecida. No obstante, estos materiales orgánicos durante el proceso de la producción de radicales añaden en general parte de su substancia a la goma, y de esta manera la modifican químicamente al mismo tiempo que la enlazan por entrecruzamiento. El azufre logra esta unión durante las fases iniciales de su acción sobre la goma [3]. Probablemente su eficacia es debida a su propiedad de desalojar átomos de hidrógeno de la goma, formando radicales de la goma ($RH + S \rightarrow R^* + HS^*$), y tio-radicales, los primeros de los cuales se unirían en su mayor parte con moléculas vecinas por enlaces C–C. Los últimos se combinarían con moléculas inmediatas de goma o extraerían átomos de hidrógeno de las mismas, formando así, respectivamente, radicales



de goma o ácido sulfhídrico. De esta manera pueden obtenerse estructuras inter-relacionadas, tal como la que se indica más arriba.

El principio de la vulcanización se aplica también para el enlace de la goma con otras moléculas. Así, cuando una solución de goma es calentada con anhidrido maleico en presencia de una fuente de radicales (peróxido de benzol), los radicales de este último desalojan átomos de hidrógeno de la goma y permiten así iniciar su combinación con el anhidrido maleico. De esta manera se pueden obtener materiales muy interesantes con un contenido de hasta una molécula de anhidrido por cada unidad de la goma.

BIBLIOGRAFIA

[1] BATEMAN. (En prensa.)
[2] BLOOMFIELD. *J. chem. Soc.*, 1943, 289 y siguientes.
[3] BROWN y HAUSER. *Industr. Engng. Chem.*, 1938, **30**, 1291; 1939, **31**, 1225.
[4] CUNNEEN, FARMER y KOCH. *J. chem. Soc.*, 1943, 472.
[5] FARMER. *Trans. Faraday Soc.*, 1942, **38**, 356.
[6] FARMER y GREW. (No publicado.)
[7] FARMER, KOCH y SUTTON. *J. chem. Soc.*, 1943, 541.
[8] FARMER y MICHAEL. *J. chem. Soc.*, 1942, 513.
[9] FARMER y SUNDRALINGAM. *J. chem. Soc.*, 1942, 121; 1943, 125.
[10] *Idem. Ibid.*, 1942, 121; 1943, 125.
[11] FARMER y SUTTON. (En prensa.)
[12] *Idem. J. chem. Soc.*, 1942, 139.
[13] GEE. *Trans. Faraday Soc.*, 1940, **36**, 1171.
[14] HILTON. *I.R.I. Trans.*, 1941, **17**, 319.
[15] MITCHELL y KRAYBILL. *Industr. Engng. Chem.*, Anal Ed., 1941, **13**, 765.
[16] NAYLOR. (En prensa.)
[17] STEVENS y POPHAM. *J. Soc. chem. Ind.*, 1938, **57**, 128.
[18] TRELOAR. *I.R.I. Trans.* 1943, **18**, 256.

La influencia de las hormonas sobre la evolución social del hombre

S. ZUCKERMAN

Ciertas glándulas producen substancias químicas, llamadas hormonas, cuyas acciones tienen una importancia transcendental en la regulación de las funciones del cuerpo. Los procesos de la reproducción, por ejemplo, dependen completamente de los cambios producidos por las hormonas sexuales. En este artículo se discute en términos generales la teoría de que la evolución humana fué acompañada por cambios en la fisiología de las hormonas sexuales.

La historia de la evolución humana consiste en grandes rasgos y pocos detalles. El estudio de los fósiles prueba que en un período primitivo de la época geológica actual, hace quizás más de medio millón de años, existieron simultáneamente hombres cuyo esqueleto era idéntico al nuestro, y otros tipos humanos ligeramente distintos, tales como el hombre de Neandertal. Fuera del hecho de que estas razas desaparecieron, casi nada más se sabe con certeza. No se han resuelto aún los problemas acerca del momento en que el hombre moderno apareciera en la tierra, ni cual fuera su parentesco con estas razas humanas extintas, o con las de monos ya desaparecidas o existentes en la actualidad. Las mutaciones por las cuales divergimos de los tipos ancestrales, y los procesos selectivos que lograron asegurar estos cambios, constituyen problemas envueltos en la ignorancia más completa. Bajo estas circunstancias, no causa sorpresa que las teorías de la evolución humana no sean más que vagas generalizaciones.

No sabemos lo bastante todavía para hacer más que subrayar algunos hechos fundamentales que parecen haber ayudado en el orígen de nuestra especie, y en el conseguir nuestra actual posición dominante, relativa a las otras formas de vida de este planeta. La mayoría de estos factores son distintivas características de nuestro modo de ser y conducta biológicos; las clasificamos de únicas porque sin ellas es difícil el ver cómo hubiéramos podido alcanzar nuestra posición actual en la escala de la evolución. Pertenecen, por lo general, a dos grupos, las relativas a nuestra historia humana durante las épocas más recientes de nuestra evolución, y las que están relacionadas con sus fases prehumanas y con nuestra aparición en la tierra en forma de hombre. Entre los factores preeminentes del primer grupo figuran nuestro desarrollo de procesos simbólicos, los descubrimientos del fuego y de la rueda, y la lenta asociación de la cría de ganados con la agricultura y la metalistería, para formar las bases de la civilización moderna.

Nuestras características biológicas son mucho más antiguas. Según la opinión de muchas autoridades, la más importante en nuestro desarrollo, sin la cual no habríamos alcanzado el nivel humano, es el poseer simultáneamente visión estereoscópica y pulgares prensiles, combinación que no existe en ningún otro animal. Con ellos, el simio prehumano era capaz de explorar y dominar progresivamente su mundo exterior, y según se ha dicho, a resultas de la combinación de las sensaciones tactiles y visuales, su cerebro símico se transformó en el que hoy poseemos. Si comparamos esta característica biológica con las otras que nos distinguen de los monos, éstas son de poca importancia. Existe, sin embargo, otra que fué un factor decisivo durante el período de nuestra aparición como hombres. Esta es nuestro régimen alimenticio. Todos los monos son casi enteramente herbívoros. El hombre es el único primate que es omnívoro.

Si hubiéramos conservado el régimen frugívoro de los primates, no hubiéramos abandonado nunca las selvas, en las cuales siguen viviendo el orangutan, el gorila, el chimpancé y el gibón, retenidos allí por sus necesidades dietéticas, y en las selvas no hubiéramos evolucionado tal como lo hemos hecho. Hay otro punto de vista sobre este problema. Existe la teoría, según la cual nuestros antecesores vivían en selvas que desaparecieron durante una época geológica de aridez, en la cual sufrimos los cambios decisivos que nos transformaron de simios en hombres. No es inverosímil, por lo tanto, que la pérdida progresiva de sus reservas naturales alimenticias forzase a nuestros abuelos a adoptar un régimen

omnívoro, y solamente los hombres monos que se adaptaron a este cambio de alimentación parcialmente carnívora, igual que la de los hombres cavernícolas de otros tiempos, y la que hoy en día disfrutamos, pudieron sobrevivir y perpetuarse. No importa cómo se efectuase este cambio, no es difícil el ver que debió asociarse a ajustes de importancia mucho mayor en la vida de familia y de sociedad.

La unidad social del mundo de los simios es generalmente un grupo familiar polígamo, sin promiscuidad, que se mantiene junto mientras el macho cabeza de la familia tenga dominio suficiente para subyugar a las hembras a su alrededor y alejar de ellas a los otros machos. Las relaciones internas de la familia están reguladas, en gran parte, por los ritmos sexuales de las hembras, cuyos alternativos períodos de celo determinan la esposa favorita del momento. La prole puede nacer en cualquier época del año, pero parece que la frecuencia de los nacimientos tiene una variación estacional. El grupo familiar pace junto y cada uno de sus miembros, machos, hembras y prole, recoge sus propias frutas y raíces.

Las relaciones familiares de este tipo no son las más favorables para una sociedad cazadora o para una sociedad de vida mixta, cazadora y agrícola a la vez, tal como la que el hombre primitivo tuvo que adoptar. En estas sociedades, hace falta la división del trabajo, pues las hembras embarazadas o lactantes y la prole no podrían ir a la caza con los otros miembros de la familia. Seguramente, se quedarían en sus viviendas recogiendo los frutos y las raíces que crecían en las cercanías, mientras sus machos cazaban. Esto nos lleva a otra conclusión. Una economía alimenticia tal como la que hemos descrito, no es compatible con una poligamía mantenida por el dominio del macho. Como que la proporción de los sexos es más o menos igual, cada grupo polígamo supone la existencia de un número de machos solitarios y errantes que esperan la ocasión para romper la familia durante la ausencia a la caza del jefe. La selección natural seguramente llegara poco a poco a solucionar el conflicto entre las necesidades sexuales y nutritivas, y la monogamia debió establecerse como norma de vida de los pueblos cazadores o los recogedores de alimentos tales como se encuentran hoy día entre los que han sobrevivido en varias partes del globo. Si la poligamia se hubiese continuado, es muy difícil el imaginar cómo las razas humanas primitivas hubieran evitado su extinción durante esta fase de la historia humana, en medio de continuas luchas interinas en los grupos familiares.

Las cuestiones que hemos discutido hasta ahora constituyen las consideraciones de mayor importancia en la historia de nuestro desarrollo que en varias ocasiones han interesado a los estudiantes de la biología humana. Se ha dicho que hasta cierto punto, no son más que ilaciones de los puntos de diferencia que existen entre nosotros y el resto del mundo animal. Por otra parte, no son más que postulados de factores positivos, a los que podemos relacionar la totalidad, o una parte, de nuestro desarrollo evolutivo. Ninguno de éstos pertenece al resto de los mamíferos del grupo a que pertenecemos, y por otro lado es difícil el reconocer alguna característica peculiar a los monos que, al poseerla nosotros hubiese acelerado nuestra evolución. En efecto, los hemos superado en todos los mecanismos biológicos más importantes. Nuestro cerebro, por ejemplo, desde el punto de vista anatómico, se basa en el mismo plan, pero está mejor desarrollado. Nuestras manos son esencialmente lo mismo, pero como que han evolucionado menos en ciertas direcciones, son más flexibles. Nuestros pies tienen quizás una estructura más especializada y, no usándose como un par de manos accesorias, se han adaptado para la estación vertical, lo que permite a nuestros miembros superiores a emanciparse de su función como órganos de locomoción y de soporte.

Es difícil el reconocer ningún carácter de los primates subhumanos que hubiese podido acelerar nuestra evolución, pero es fácil el ver algunos que pudieron ser un obstáculo a nuestro desarrollo. Así, entre nosotros y el resto del grupo zoológico a que pertenecemos hay una diferencia de carácter negativo, que podemos considerar tan importante en nuestra evolución como las que ya hemos mencionado. Esta es nuestra libertad del riguroso interno control químico de las funciones de reproducción tal como existe en los monos, y más aún, en los otros mamíferos. Recientes investigaciones fisiológicas y químicas sobre las hormonas que regulan la reproducción, las hormonas de lóbulo anterior de la hipófisis y las hormonas esteroides de las glándulas sexuales, demuestran que esta libertad debió ser imprescindible para nuestra emergencia como « Homo sapiens.»

El ritmo de la vida de la mayoría de los animales salvajes está fijado rigurosamente por la periodicidad de los procesos reproductivos. Así, las emigraciones de las aves están reguladas por las fluctuaciones en la concentración en su cuerpo de las hormonas esteroides producidas en las

gonadas, que a su vez están determinadas por variaciones estacionales de la luz que estimula la glándula pituitaria a producir sus hormonas gonadotrópicas.

Del mismo modo, la vida entera de la mayoría de los mamíferos está regulada por la función periódica de los órganos sexuales. Así, aunque la distribución geográfica de la mayoría de los animales salvajes está fijada por procesos selectivos, las necesidades nutritivas, por ejemplo, sus movimientos más extensos en estas áreas están dirigidos por fuerzas internas, si se pueden llamar así, que varían de acuerdo con los cambios y las fluctuaciones del contenido de las hormonas sexuales de sus cuerpos. Las luchas de los ciervos, por ejemplo, en los primeros días del otoño, la subsecuente unión sexual con las ciervas, la formación de grupos familiares polígamos, mantenidos por la supremacia del macho, la huída de los machos solitarios, y la separación de los machos y las hembras al concluirse la época de celo, para volver a reunirse al llegar la misma época del año próximo, todas tienen su orígen en las hormonas sexuales. La vida de estos animales, regulada por su medio externo y su presente inmediatos está regulada estrictamente por un control interno químico, cuyos lazos no pueden evitarse.

Este control interno químico no es tan estricto en los monos, pero por lo que sabemos sobre él, es suficiente para regular la vida social de casi todas las especies. Tal como en el caso del ciervo, las regiones geográficas donde viven los monos están determinadas por procesos selectivos. Por otra parte, a pesar de que el número de los nacimientos tenga una variación estacional, la actividad sexual no está limitada a una estación, y por consiguiente, los machos y las hembras viven juntos todo el año. Sin embargo, su unidad social, como hemos visto, sigue siendo el grupo familiar sostenido por un dominio masculino. Esto puede considerarse como indicación de un poderoso instinto sexual masculino, determinado en parte por la concentración de hormonas masculinas en el cuerpo de los animales. Además, en cada unidad familiar las relaciones entre machos y hembras, y las de las hembras entre sí, están reguladas por la alternación de los períodos de celo de las hembras. Estos períodos reflejan las fases de elaboración y de concentración de las hormonas esteroides de las gonadas, asociadas en muchas especies con cambios en el aspecto del cuerpo. Una hembra en celo parece captar el interés masculino y al mismo tiempo es atraída fuertemente por el macho. Su poder sexual afecta a todos los miembros del grupo familiar al que pertenece. De este modo, un rígido control químico de las relaciones sociales limita el mundo bisexual de los monos.

El hombre no sufre este control. Si un mecanismo tan rígido como el que hemos descrito hubiese actuado en el período de nuestra emergencia, el protohombre quizás no hubiese podido realizar ni el cambio ecológico de su régimen alimenticio, que aseguró la perpetuación humana, ni la establización de la familia, que hoy podemos considerar como la primera revolución social de nuestra especie. La suposición de la existencia de tal cambio sugiere que el estímulo de las hormonas sexuales masculinas no fuese lo bastante fuerte para impedir que el primer hombre abandonase, a lo menos públicamente, sus tendencias polígamas. Además, se puede decir sin miedo de contradicción que el ritmo del deseo sexual de las primeras mujeres de nuestra especie sería mucho más débil que el de las monas actuales, o el de nuestras antecesoras símicas. Si no hubiese sido así, las reacciones personales hubieran sido demasiado limitadas por el interno control químico, para que permitiesen los cambios sociales necesarios para la perpetuación del hombre y su evolución social.

Pero no cabe duda de que no fueron limitadas así. En cambio, por medio de procesos simbólicos, nos hemos desarrollado, hemos podido alcanzar el dominio de nuestro mundo externo, dominio que se extiende más allá de las fronteras de nuestro medio inmediato y el que nos libró completamente de una órbita geográfica restringida. Pero, a pesar de nuestra libertad de una estructura social predeterminada y determinada por las hormonas, en otros puntos tenemos muchas desventajas, en particular en nuestro fracaso de llegar a un acuerdo sobre la forma que han de tomar las relaciones humanas. Sobre este problema se han producido siempre, en otros tiempos, las mayores diferencias de opinión, y ahora, durante la guerra actual, han recrudecido éstas en luchas de clases. Si las mayores etapas biológicas de nuestra evolución social se han interpretado correctamente, se puede ver que luchas parecidas tuvieron que resolverse en otro período muy peligroso de nuestra evolución, la época en que dejamos el mundo de los monos.

Otra desventaja de nuestra relativa libertad del control de las hormonas sexuales tiene un carácter más individual. La asociación de la evolución humana con la abolición de un sistema de reproducción mecánico como un reloj, ha resultado en

que hoy poseemos un sistema que a menudo cesa su función fisiológica y que además puede ponerse fuera de acción por individuos que no desean reproducirse.

Por falta de datos contradictorios, la disminución en el número de nacimientos que existe en muchas naciones, no se atribuye o parcial o totalmente a causas fisiológicas, a pesar de que pudiéramos decir que si el control químico interno de la reproducción humana fuese más intenso y más regular, el evitarla sería más difícil de lo que es en realidad. Este problema es tan importante sin embargo, que la posibilidad de que factores fisiológicos puedan contribuir al extenso cuadro de esterilidad actual necesita investigarse con urgencia. Con respecto a esta cuestión hacen falta investigaciones más intensas sobre la fisiología y la química del sistema endocrino en general, y sobre las hormonas sexuales en particular. A parte del problema más extenso de crecimiento y de la declinación de la población, estas investigaciones son las únicas que pueden ayudar a los casos más fácilmente diagnosticables de esterilidad, en los cuales el mecanismo reproductivo falla por causas fisiológicas. Hasta podríamos decir que si la aparición del hombre fuese debida a una emancipación parcial de un control predeterminado, ejercido por las hormonas, su bienestar en el futuro será ayudado sin duda alguna por medio del control racional de los trastornos reproductivos y endocrinos. Pero para esto, necesitamos un conocimiento más amplio de estas funciones.

Revistas de libros

DETECCION DE AVERIAS EN LA RADIO

Testing Radio Sets, *por J. H. Reyner. Pág. viii + 215. Chapman & Hall Limited, Londres. Cuarta edición revisada,* 1943. 15*s. neto.*

Se explica en este libro el mínimo necesario para la comprensión del trabajo de circuitos y sus componentes, de modo que permita convertir la verificación del funcionamiento del aparato y la detección de posibles defectos, en un simple proceso de deducción, teniendo en cuenta naturalmente que tal cosa es sólo posible en forma relativa, a causa de la gran variedad de modelos conque habrá que trabajar.

Un rasgo útil es el estudio de las variaciones en dichos modelos, con referencia particular a su efecto en la actuación anormal de sus partes y accesorios. El principiante hallará de gran utilidad las sugerencias acerca de la mejor manera de distribuir el alambrado.

El capítulo sobre las averías menos usuales pone al lector en la precisa disposición de ánimo para dedicarse a la verdadera detección, cuando fallan los métodos normales para averiguar la causa real de la avería.

Este libro del Sr Reyner, de grandísima utilidad para quien se interese en el ensayo de aparatos de radio, se caracteriza por una gran sencillez de exposición y la utilización de un mínimo de matemáticas.

EL TIEMPO QUE VA A HACER

The Weather, *por George Kimble y Raymond Bush. (Un libro « Pelican ».) Pág.* 188. *Penguin Books Limited, Harmondsworth y Nueva York.* 1943. 9*d. neto.*

Hay en estas 180 páginas gran riqueza informativa acerca de los fenómenos climatológicos, todo ello expresado en forma muy simple; y el lector inclinado a averiguar las causas de los fenómenos hallará lúcidas explicaciones de los procesos físicos que fundamentan los cambios en el tiempo.

Aparecen numerosas referencias a las opiniones y aforismos populares sobre el tiempo, pudiendo los autores demostrar que las predicciones empíricas de las gentes del campo se hallan justificadas en teoría y práctica; por otra parte condenan en términos inequívocos ciertos instrumentos apócrifos, tales como los falsos barómetros del Fraile Capuchino y las supersticiones sobre los cuernos de la luna.

Es de esperar que los lectores que siguiendo las sugerencias del libro deseen convertirse en aislados observadores-profetas del tiempo, no conciban la esperanza de conseguir una elevada proporción de aciertos. La idea es buena, siempre que se tenga en cuenta esta relatividad del éxito, ya que el hacer observaciones propias es siempre buen hábito, y los fracasos que han de seguir muchas veces a las más confiadas predicciones servirán para hacer al observador menos crítico respecto de los errores de la predicción profesional.

N. K. JOHNSON

UN TRATADO DE QUIMICA INORGANICA

Inorganic Chemistry, *por Fritz Ephraim. Edición inglesa de P. C. L. Thorne y E. R. Roberts. Cuarta edición. Pág. xii + 921. Gurney & Jackson, Londres.* 1943. 28*s. neto.*

La comparación de las cuatro ediciones ya publicadas del presente volumen nos ofrece un buen resumen del progreso de la química inorgánica. Unico entre los libros de química inorgánica en su concepción y desarrollo, este libro significaba ya en su primera edición de 1926 un gran esfuerzo para presentar de manera adecuada y coherente todos los hechos fundamentales de la química inorgánica. El rápido progreso desde tal fecha en el conocimiento de la estructura atómica, y el desarrollo de ideas más precisas acerca de la naturaleza de los nexos atómicos, han hecho posible un tratamiento más lógico y compacto en la química de los compuestos inorgánicos.

Este progreso queda reflejado en las alteraciones que aparecen en la primera parte de la presente edición, en cuyos tres capítulos iniciales se halla un sumario conciso y admirable, a juicio del que esta nota escribe, del estado actual del conocimiento de la estructura atómica, de la teoría de la valencia y de los métodos para la determinación de la estructura molecular.

Los capítulos restantes del libro han sido revisados de acuerdo con todos estos avances recientes y se hace uso

en ellos del más íntimo conocimiento de la estructura molecular obtenido merced a los estudios cristalográficos por rayos X, la difracción de electrones y la medida de las diferencias de potencial bipolar en las moléculas.

En la revisión del material se ha hecho juiciosa selección de citas e inclusiones de trabajos recientes, consiguiéndose así gran ventaja material sin haberse por ello sacrificado la cohesión esencial en el tratamiento.

F. G. TRYHORN

METABOLISMO DE LAS GRASAS EN LOS ANIMALES

The Metabolism of Fat, *por Ida Smedley-MacLean. Pág. vi* + 104. *Methuen & Company Limited, Londres.* 1943. 4*s. neto.*

Esta excelente monografía contiene además bibliografía suficiente de las publicaciones de más interés. Aparecen en este estudio los resultados de los métodos modernos de ataque de los problemas que presenta el metabolismo de las grasas, tales como los que se ha podido obtener mediante el uso del fósforo radioactivo o del hidrógeno pesado, o el empleo de la técnica de la dicotomía de tejidos. Algunos capítulos del libro van dedicados al estudio de los métodos de síntesis de los ácidos grasos que existen en el cuerpo, a la constitución de los ácidos poliénicos sin saturar naturales, y al papel que éstos realizan en el metabolismo de las grasas, a los diferentes modos de combinación de los ácidos grasos en el cuerpo, los métodos de absorción y transporte de las grasas en el cuerpo, y los diferentes procedimientos de oxidación de los ácidos grasos. La obra está bien escrita y su contenido presentado con integridad crítica.

J. H. QUASTEL

IDENTIFICACION DE INSECTOS TRANSMISORES DE ENFERMEDADES

A Handbook for the Identification of Insects of Medical Importance, *por John Smart y otros. Pág. x* + 270, *con* 13 *planchas. British Museum, Londres.* 1943. 15*s. neto.*

Pocas ramas de la biología hay que muestren un crecimiento más rápido que la entomología médica. En lo que a la zoología se refiere se están añadiendo continuamente nuevos conocimientos de las especies de insectos transmisores de enfermedades. Y los investigadores médicos aumentan al mismo tiempo el fondo de conocimientos referentes a los agentes patógenos en cuestión y a los métodos de prevención y curación de sus efectos. Rara vez aparecen combinados en una misma obra ambos aspectos del mismo problema, y el rápido desarrollo de la entomología médica hace cada día más difícil tal combinación. La obra del Dr Smart es en esencia un tratado zoológico y estudia principalmente la identificación de todas las especies de insectos del viejo continente, conocidas por su relación con la medicina o la higiene. La importancia de una identificación precisa es grandísima, ya que ciertas especies pueden ser probados transmisores de enfermedades, mientras que otras, estrechamente relacionadas con éstas, son a veces inofensivas. Por ejemplo, una identificación errónea del *anopheles* puede hacer inefectivos los esfuerzos realizados para combatir la malaria; y en la literatura de la entomología médica aparecen numerosos casos de errores de identificación. La presente obra presupone en el lector sólo un elemental conocimiento de entomología, y nos parece que ha de hallar éste poca dificultad para interpretar las tablas y descripciones, claramente presentadas y acompañadas de excelentes y abundantes ilustraciones. Como es natural en obra de tal carácter, los insectos dípteros son objeto de extenso estudio, y la obra contiene, además de las claves para la identificación de los adultos, utilísimas sinopsis para el reconocimiento de las larvas productoras de miasis, y de las larvas en cuarto grado del *anopheles* que infestan diferentes regiones del globo. La especie Syphonaptera, o pulgas, está estudiada extensamente por el Dr Karl Jordan, y Mr R. J. Whittick presenta un provechoso capítulo sobre los arácnidos. Los autores del libro y los curadores del British Museum deben felicitarse por la producción de un volumen de gran valor.

A. D. IMMS

EL PORVENIR DE LA PRODUCCION LANERA

The Future of Wool, *por Pablo Link. Buenos Aires.* 1943. *Sin precio.*

Se trata de un estudio analítico de la producción de lana en la Argentina, ilustrado con detalles de la producción de lana y ganados en las diferentes provincias. El número de ovejas en la Patagonia ha aumentado incesantemente desde 1895, mientras que el promedio del peso del vellón por animal ha crecido de 6 a 8½ libras. La lana consiste principalmente de tipos finos puros o bastos cruzados. Se intenta en este estudio predecir el futuro de la industria lanera en los años de la postguerra, basándose en las direcciones generales de la industria textil, y observando que mientras la utilización de ciertos tipos de tejido ha aumentado más que en otros casos, el empleo de la lana se ha incrementado en un 20% per capita. En razón de la dificultad de producir artificialmente una celula tubular que pueda afieltrarse como la lana, se considera que las lanas artificiales hasta ahora producidas no serán utilizables en países fríos. Además, la producción de la lana en Europa ha disminuído, y ha de disminuir aún más a consecuencia de la guerra, pudiendo por tanto predecirse que en el futuro se requerirán grandes cantidades de lana.

PETROLOGIA DE LAS ROCAS IGNEAS

Eruptive Rocks, their Genesis, Composition, and Classification, *por S. J. Shand. Pág. xvi* + 444 *y* 3 *planchas. Thomas Murby & Company, Londres; John Wiley & Sons Inc., Nueva York.* 1943. 25*s. neto.*

La aparición de la segunda edición de la obra del Profesor Shand ha de ser recibida con agrado por gran número de geólogos. Publicada por vez primera en 1929, aparece ahora completamente revisada y aumentada en más de ochenta páginas. Esto ha hecho posible la inclusión de nuevos capítulos referentes al orden de cristalización de los minerales, fases compatibles e incompatibles, y las combinaciones de las rocas eruptivas; y por añadidura se incluye también una reseña mucho más extensa de las publicaciones recientes en petrología.

El estudio de los problemas químicos referentes a las rocas ígneas, el cual llena la primera parte de la obra, presenta los aspectos más importantes de la materia, que ha de convertirse en una satisfactoria introducción a dicho estudio, especialmente para los estudiantes sin interés particular en Petrología. Luego de discutir los problemas que presenta su clasificacion, siguen ocho capítulos dedicados a la descripción en menor detalle de las rocas ígneas, mientras que los capítulos restantes tratan de los meteoritos y concluyen con un estudio de la historia «pregeológica» de la Tierra.

El volumen aparece bien ilustrado y espléndidamente impreso.

A. E. TRUEMAN